

PATENT
0649-0947P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Makoto SHIZUKUISHI Conf.: Unknown
Appl. No.: 10/796,148 Group: Unassigned
Filed: March 10, 2004 Examiner: UNASSIGNED
For: COLOR SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

MAY 17 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

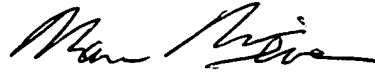
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2003-072102	March 17, 2003
JAPAN	2003-065617	March 11, 2003

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
Marc S. Weiner, #32,181
P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

MSW/sh
0649-0947P

Attachment(s)

(Rev. 02/12/2004)

Makoto SHIZUKUCHI
10/796,148 Filed 3/10/04
Birch, Stewart, Kolosch & Birch LLP
703/205-8000

日 本 国 特 許 庁 649-947A
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 1 日
Date of Application:

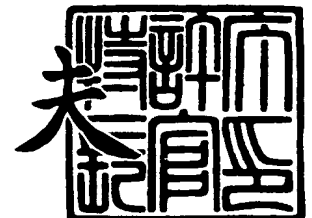
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 6 5 6 1 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 6 5 6 1 7]

出 願 人 富士フイルムマイクロデバイス株式会社
Applicant(s): 富士写真フイルム株式会社

2 0 0 4 年 4 月 2 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 3 5 0 4 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 P043648

【提出日】 平成15年 3月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県黒川郡大和町松坂平 1 丁目 6 番地 富士フイルム
 マイクロデバイス株式会社内

 【氏名】 雫石 誠

【特許出願人】

 【識別番号】 391051588

 【氏名又は名称】 富士フイルムマイクロデバイス株式会社

【特許出願人】

 【識別番号】 000005201

 【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105647

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小栗 昌平

 【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

 【識別番号】 100105474

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 本多 弘徳

 【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003489

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 CCD型カラー固体撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板表面に二次元アレー状に配列された複数の受光部から夫々入射光量に応じた蓄積電荷を電荷蓄積層から垂直転送路に読み出し転送して出力するCCD型カラー固体撮像装置において、前記複数のうちの全部または一部の前記受光部の上部に積層され3原色のうちの1色の入射光を阻止し残り2色の入射光を透過する補色フィルタと、該補色フィルタが積層された前記受光部の深さ方向に分離して形成された少なくとも2つの第1、第2の前記電荷蓄積層であって、前記補色フィルタを透過した前記2色のうちの1色の入射光量に応じた蓄積電荷を前記垂直転送路に読み出す第1の電荷蓄積層と、前記補色フィルタを透過した前記2色のうちの残り1色の入射光量に応じた蓄積電荷を前記第1の電荷蓄積層の蓄積電荷と区別して前記垂直転送路に読み出す第2の電荷蓄積層とを備えたことを特徴とするCCD型カラー固体撮像装置。

【請求項2】 ブルー（B）の光を阻止するイエローフィルタが積層された前記受光部とレッド（R）の光を阻止するシアンフィルタが積層された前記受光部とグリーン（G）の光を阻止するマゼンタフィルタが積層された前記受光部の3種類の受光部が前記半導体基板の表面に配列されたことを特徴とする請求項1に記載のCCD型カラー固体撮像装置。

【請求項3】 イエローフィルタが積層された前記受光部とシアンフィルタが積層された前記受光部の2種類の受光部が前記半導体基板の表面に配列されたことを特徴とする請求項1に記載のCCD型カラー固体撮像装置。

【請求項4】 マゼンタフィルタが積層された前記受光部とグリーン（G）の光を透過するグリーンフィルタが積層された前記受光部の2種類の受光部が前記半導体基板の表面に配列されたことを特徴とする請求項1に記載のCCD型カラー固体撮像装置。

【請求項5】 マゼンタフィルタが積層された前記受光部とカラーフィルタの代わりに透明平坦化膜が積層された前記受光部の2種類の受光部が前記半導体基板の表面に配列されたことを特徴とする請求項1に記載のCCD型カラー固体

撮像装置。

【請求項 6】 グリーンフィルタが積層された前記受光部とイエローフィルタが積層された前記受光部とマゼンタフィルタが積層された前記受光部とシアンフィルタが積層された前記受光部とが前記半導体基板の表面に配列されたことを特徴とする請求項 1 に記載の CCD 型カラー固体撮像装置。

【請求項 7】 前記電荷蓄積層のうち前記半導体基板の内部に設けられる電荷蓄積層には該半導体基板の表面まで該電荷蓄積層の蓄積電荷を移動させる高濃度不純物領域でなる電荷通路が設けられることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の CCD 型カラー固体撮像装置。

【請求項 8】 高濃度不純物領域として形成される前記電荷蓄積層及び該電荷蓄積層に連続する前記電荷通路の不純物濃度が前記垂直転送路に近づくほど高濃度になるように濃度勾配が設けられたことを特徴とする請求項 7 に記載の CCD 型カラー固体撮像装置。

【請求項 9】 前記第 1, 第 2 の電荷蓄積層の夫々の深さが、前記補色フィルタを透過した前記 2 色のうちの夫々の色の波長に対応して設定されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかに記載の CCD 型カラー固体撮像装置。

【請求項 10】 ブルー (B) の入射光量に応じた電荷を蓄積する電荷蓄積層の深さが $0.2 \sim 0.4 \mu\text{m}$ であり、グリーン (G) の入射光量に応じた電荷を蓄積する電荷蓄積層の深さが $0.4 \sim 0.8 \mu\text{m}$ であり、レッド (R) の入射光量に応じた電荷を蓄積する電荷蓄積層の深さが $0.8 \sim 2.5 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 9 に記載の CCD 型カラー固体撮像装置。

【請求項 11】 前記の各受光部の上部には夫々オンチップ集光光学系が設けられ、前記の各受光部に夫々遮光膜の 1 つの開口が対応することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれかに記載の CCD 型カラー固体撮像装置。

【請求項 12】 前記受光部が前記半導体基板の表面上に正方格子状に配列されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 11 のいずれかに記載の CCD 型カラー固体撮像装置。

【請求項 13】 前記受光部が前記半導体基板の表面上にハニカム状に配列されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 11 のいずれかに記載の CCD 型カラー固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CCD 型カラー固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

CCD（電荷結合素子）型や CMOS 型等の半導体固体撮像装置では、例えば下記の特許文献 1 に記載されている様に、二次元アレー状に配列された多数のフォトダイオード上に異なる分光透過率を有するカラーフィルタを積層することにより、カラー画像を撮像することが可能になっている。

【0003】

カラーフィルタとしては、レッド（R）、グリーン（G）、ブルー（B）の原色系カラーフィルタと、R、G、B の夫々の補色関係にある光を透過する補色系カラーフィルタの 2 種類がある。

【0004】

原色系カラーフィルタにおいては、例えば B フィルタは主として 470 nm 以下の短波長の光のみが透過するので、B フィルタを積層した受光部のフォトダイオードは、B の入射光に対して光感度を有するが、この B フィルタは、それ以外の波長成分（G 及び R）を遮光してしまうため、B フィルタに入射した G と R の波長成分は光電変換されず、G と R の入射光は無駄になってしまい、有効に利用されないという問題がある。

【0005】

これに対し、各原色成分 R、G、B に対し補色の関係にある波長域の光を透過する分光フィルタである補色系カラーフィルタの場合は、B の補色の関係にある色成分 G と R を透過するイエローフィルタ（Ye）と、G の補色の関係にある色成分 B と R を透過するマゼンタフィルタ（Mg）と、R の補色の関係にある色成

分BとGを透過するシアンフィルタ (C_y) で構成され、入射光のうち無駄になる光が原色系カラーフィルタを用いる場合より少なくなる。即ち、補色系フィルタを用いる固体撮像装置は、入射光の波長を広い範囲で利用できるため、感度が高くなるという特徴がある。このため、フラッシュなどの補助光源を利用しにくいビデオムービーカメラ (動画の撮像) では、補色系フィルタを用いた固体撮像装置が多く採用される。

【0006】

しかし、その一方で、補色系カラーフィルタを用いた固体撮像装置では、Y_e フィルタが積層された画素から得られる信号がG+Rの信号となり、C_y フィルタが積層された画素から得られる信号がG+Bとなり、M_g フィルタが積層された画素から得られる信号がR+Bの信号のため、固体撮像装置から信号G+R, G+B, R+Bを読み出し後に、外部回路で色信号分離演算処理を行い、R, G, Bの各信号成分を取り出す必要がある。

【0007】

即ち、補色系フィルタを用いる固体撮像装置では、色信号分離演算処理が必要となるため、直接、R, G, Bの各色成分の信号を得ることができる原色系カラーフィルタを用いた固体撮像装置に比べ、色再現性やノイズの点で画質劣化が起きるという問題がある。従って、画質を重視するスチルカメラ (静止画の撮像) においては、原色系カラーフィルタを用いた固体撮像装置が多く採用されている。

【0008】

【特許文献1】

米国特許3971065号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

近年のデジタルスチルカメラやビデオムービーカメラ等に搭載される固体撮像装置は、高画素化が一層進展し、固体撮像装置の一面素に占める受光部面積は逆に小さくなって来ており、これまでと同じ感度で画像を撮像することが困難になりつつある。このため、色信号分離演算処理を行わずに色再現性や低ノイズ性を

達成すると同時に、感度も高くすることができるカラー固体撮像装置の開発が望まれている。

【0010】

本発明の目的は、高感度化と高画質化の両方を図ることができるCCD型カラー固体撮像装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明のCCD型カラー固体撮像装置は、半導体基板表面に二次元アレー状に配列された複数の受光部から夫々入射光量に応じた蓄積電荷を電荷蓄積層から垂直転送路に読み出し転送して出力するCCD型カラー固体撮像装置において、前記複数のうちの全部または一部の前記受光部の上部に積層され3原色のうちの1色の入射光を阻止し残り2色の入射光を透過する補色フィルタと、該補色フィルタが積層された前記受光部の深さ方向に分離して形成された少なくとも2つの第1、第2の前記電荷蓄積層であって、前記補色フィルタを透過した前記2色のうちの1色の入射光量に応じた蓄積電荷を前記垂直転送路に読み出す第1の電荷蓄積層と、前記補色フィルタを透過した前記2色のうちの残り1色の入射光量に応じた蓄積電荷を前記第1の電荷蓄積層の蓄積電荷と区別して前記垂直転送路に読み出す第2の電荷蓄積層とを備えたことを特徴とする。

【0012】

この構成により、補色フィルタを用いることで入射光成分を有効に利用できるため感度が向上し、且つ原色の色信号が直接得られるために色信号分離演算処理が不要となり、しかも、カラーフィルタを使用することで、各色信号の分光感度スペクトルにおけるオーバーラップが低減して忠実な色再現が更に可能となり、高画質化も達成可能となる。

【0013】

本発明のCCD型カラー固体撮像装置は、ブルー（B）の光を阻止するイエローフィルタが積層された前記受光部とレッド（R）の光を阻止するシアンフィルタが積層された前記受光部とグリーン（G）の光を阻止するマゼンタフィルタが積層された前記受光部の3種類の受光部が前記半導体基板の表面に配列されたこ

とを特徴とする。

【0014】

この構成により、各受光部では、R、G、Bの3原色の内の2色の信号成分を直接得ることができ、残りの1色の信号成分は周りの受光部の信号成分を補間演算することで得ることができる。

【0015】

本発明のCCD型カラー固体撮像装置は、イエローフィルタが積層された前記受光部とシアンフィルタが積層された前記受光部の2種類の受光部が前記半導体基板の表面に配列されたことを特徴とする。

【0016】

この構成によっても、各受光部では、R、G、Bの3原色の内の2色の信号成分を直接得ることができ、残りの1色の信号成分は周りの受光部の信号成分を補間演算することで得ることができる。また、全ての受光部からグリーン（G）の信号成分が得られるため、このグリーン信号を輝度信号として画像処理することで、解像度の高い画像を得ることができる。

【0017】

本発明のCCD型カラー固体撮像装置は、マゼンタフィルタが積層された前記受光部とグリーン（G）の光を透過するグリーンフィルタが積層された前記受光部の2種類の受光部が前記半導体基板の表面に配列されたことを特徴とする。

【0018】

この構成によっても、各受光部位置においてR、G、Bの3原色の信号成分が得られる。しかも、マゼンダフィルタを透過するレッド（R）とブルー（B）の波長成分は離れているため、夫々の色信号を蓄積する電荷蓄積層を半導体基板の深さ方向に分離して形成するのが容易になると共に、レッドとブルーの分光感度およびグリーンフィルタを透過して得られるグリーンの分光感度のスペクトルにおけるオーバーラップを更に少なくでき、このため、更に忠実な色再現を図ることが可能となる。

【0019】

本発明のCCD型カラー固体撮像装置は、マゼンタフィルタが積層された前記

受光部とカラーフィルタの代わりに透明平坦化膜が積層された前記受光部の２種類の受光部が前記半導体基板の表面に配列されたことを特徴とする。

【0020】

この構成により、カラーフィルタの代わりに透明平坦化膜が積層された受光部から輝度信号が得られ、撮像画像の一層の高感度化を図ることが可能となる。

【0021】

本発明のＣＣＤ型カラー固体撮像装置は、グリーンフィルタが積層された前記受光部とイエローフィルタが積層された前記受光部とマゼンタフィルタが積層された前記受光部とシアンフィルタが積層された前記受光部とが前記半導体基板の表面に配列されたことを特徴とする。

【0022】

この構成により、色差線順次に各受光部から信号電荷を読み出すことができ、信号処理の高速化などを図ることが可能となる。

【0023】

本発明のＣＣＤ型カラー固体撮像装置は、前記電荷蓄積層のうち前記半導体基板の内部に設けられる電荷蓄積層には該半導体基板の表面まで該電荷蓄積層の蓄積電荷を移動させる高濃度不純物領域でなる電荷通路が設けられることを特徴とする。

【0024】

この構成により、半導体基板の深い場所に設けた電荷蓄積層からの信号電荷の読み出しが容易となる。

【0025】

本発明のＣＣＤ型カラー固体撮像装置は、高濃度不純物領域として形成される前記電荷蓄積層及び該電荷蓄積層に連続する前記電荷通路の不純物濃度が前記垂直転送路に近づくほど高濃度になるように濃度勾配が設けられたことを特徴とする。

【0026】

この構成により、電荷蓄積層に蓄積された信号電荷の読み出しが更に容易となり、また、信号電荷の読み出し残りを防止することができる。

【 0 0 2 7 】

本発明の C C D 型カラー固体撮像装置は、前記第 1，第 2 の電荷蓄積層の夫々の深さが、前記補色フィルタを透過した前記 2 色のうちの夫々の色の波長に対応して設定されることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

この構成により、各電荷蓄積層の分光特性を設定通りにすることが可能となる。

【 0 0 2 9 】

本発明の C C D 型カラー固体撮像装置は、ブルー（B）の入射光量に応じた電荷を蓄積する電荷蓄積層の深さが 0. 2 ～ 0. 4 μ m であり、グリーン（G）の入射光量に応じた電荷を蓄積する電荷蓄積層の深さが 0. 4 ～ 0. 8 μ m であり、レッド（R）の入射光量に応じた電荷を蓄積する電荷蓄積層の深さが 0. 8 ～ 2. 5 μ m であることを特徴とする。この構成により、各電荷蓄積層の深さが、R，G，B の入射光量に応じた電荷を蓄積するのに最適化される。

【 0 0 3 0 】

本発明の C C D 型カラー固体撮像装置は、前記の各受光部の上部に夫々オンチップ集光光学系が設けられ、前記の各受光部に夫々遮光膜の 1 つの開口が対応することを特徴とする。この構成により、更に入射光のロスが少なくなり、入射光の利用効率が更に向上する。

【 0 0 3 1 】

本発明の C C D 型カラー固体撮像装置は、前記受光部が前記半導体基板の表面上に正方格子状に配列され、或いは、前記受光部が前記半導体基板の表面上にハニカム状に配列されることを特徴とする。本発明はいずれ画素配列に対しても適用可能である。

【 0 0 3 2 】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の一実施形態を図面を参照して説明する。

【 0 0 3 3 】

（第 1 実施形態）

図1は、本発明の第1実施形態に係る単板式のCCD型カラー固体撮像装置の表面模式図である。このCCD型カラー固体撮像装置は、半導体基板10の表面側に、詳細は後述する断面構造を持つ多数の受光部1がアレー状に形成されている。図示の例では、各受光部1が夫々菱形で表される。

【0034】

本実施形態における画素配列は、特開平10-136391号公報に記載されている画素配列、即ち、各受光部1が垂直方向、水平方向に夫々1/2ピッチづつずらしたいわゆるハニカム画素配列となっている。そして、隣接する受光部1間には垂直転送路(VCCD)2が形成され、各受光部1から垂直転送路2に読み出された信号電荷が、図面上、蛇行しながら下方向の水平転送路(HCCD)3まで転送される。

【0035】

各受光部1には、表面に、補色系フィルタであるイエローフィルタ(Ye)、シアンフィルタ(Cy)、マゼンタフィルタ(Mg)のいずれかが積層されている。Yeフィルタは、グリーン(G)とレッド(R)の波長成分の光を透過し、Cyフィルタは、ブルー(B)とグリーン(G)の波長成分の光を透過し、Mgフィルタは、レッド(R)とブルー(B)の波長成分の光を透過する。

【0036】

本実施形態に係る各受光部1は、詳細は後述する断面構造を持つことにより、Yeフィルタを透過したG+Rの透過光からGの光量に応じた信号電荷とRの光量に応じた信号電荷とを同時に蓄積し且つ別々に垂直転送路2に読み出し、Cyフィルタを透過したB+Gの透過光からBの光量に応じた信号電荷とGの光量に応じた信号電荷とを同時に蓄積し且つ別々に垂直転送路2に読み出し、Mgフィルタを透過したR+Bの透過光からRの光量に応じた信号電荷とBの光量に応じた信号電荷とを同時に蓄積し且つ別々に垂直転送路2に読み出すことができる。

【0037】

例えば、図2(a)に示す様に、1回目の読み出しにより、Yeフィルタを持つ受光部1からG信号を、Cyフィルタを持つ受光部1からB信号を、Mgフィルタを持つ受光部1からR信号を読み出し、図2(b)に示す様に、2回目の読

み出しにより、Y e フィルタを持つ受光部 1 から R 信号を、C y フィルタを持つ受光部 1 から G 信号を、M g フィルタを持つ受光部 1 から B 信号を読み出す。

【0038】

即ち、受光部からの信号電荷読出、V C C D 転送、H C C D 転送を受光領域全体にわたって 2 回行うことにより、1 つの受光部から 2 つの原色信号成分が得られることになる。各受光部において不足する 1 色の信号については、周辺の画素信号の平均値として求める。即ち、図 3 に示す様に、例えば○印の位置における色再現には、1 回目に読み出された B 信号と 2 回目に読み出された G 信号を用い、不足する R 信号については、例えば周辺 3 画素分×2 の計 6 つの R 信号の平均値を用いる。このようにして得られた○印位置の R、G、B 信号により○印位置の色再現を行う。

【0039】

図 4 (a) は、図 2 の a—a 線断面図であり、図 4 (b) は、図 2 の b—b 線断面図であり、図 4 (c) は、図 2 の c—c 線断面図である。尚、これらの断面図において、補色フィルタ及びその上部に設けるマイクロレンズは図示を省略している。

【0040】

本実施形態に係る C C D 型カラー固体撮像装置は、シリコン基板の持つ光学的性質を利用して R、G、B の色信号成分を分離するものである。即ち、シリコン基板の光吸収係数が長波長光 (R) から短波長光 (B) に至る可視域において異なるため、光吸収係数の大きい波長域の光はシリコン基板の浅い領域で吸収されシリコン基板の深部には到達しにくい、逆に、光吸収係数の小さい波長域の光はシリコン基板の深い領域まで達するので、シリコン基板の深部においても光電変換が可能になるという性質を利用している。

【0041】

シリコン基板の光学的性質に関し、IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, VOL. ED-15, NO. 1, JANUARY 1968 の "A Planar Silicon Photosensor with an Optimal Spectral Response for Detecting Printed Material" PAUL A. GARY and JOHN G. LINVILL に、フォトダイオードの光電変換特性が入射光の波長およびシリコ

ン基板の深さ方向の位置に依存することが開示されている。また、この原理を用いたCMOS型イメージセンサとして、米国特許第5965875号公報記載のものがある。

【0042】

図4(a)において、シアンフィルタ(Cy)が積層されブルー(B)とグリーン(G)の信号電荷を蓄積する受光部は、n型半導体基板10に形成される。この半導体基板10の表面側にはPウェル層11が形成され、Pウェル層11内に、2つのN⁺層12, 13が深さ方向に分離して形成される。

【0043】

主に短波長光(例えばB)の入射光成分によって発生した信号電荷は、半導体基板10の厚さ方向に対して最も浅い位置に設けられたN⁺層12に蓄積される。この信号電荷蓄積部を形成するN⁺層12(不純物(リンまたは砒素(P又はAs))濃度は約 $5 \times 10^{16} \sim 17 / \text{cm}^3$ 、深さ0.2~0.4 μm : 尚、この深さは、不純物濃度にも依存する。以下同様)が読み出しゲート電極6a下まで延在することで、主に短波長光によって発生した電荷のみが、ゲート部を通過して垂直転送路2に読み出される。

【0044】

N⁺層12より若干深いところに設けられたN⁺層(n2)13は、端部において半導体基板10の表面まで立ち上がるN⁺領域(電荷通路)13aを有し、この電荷通路13aが、転送電極の一部からなる読み出しゲート電極7aの下まで延在される。このN⁺層13には、中間的な波長光(例えばG)によって発生した信号電荷が蓄積される。この信号電荷蓄積部を形成するN⁺層13(不純物濃度は約 $5 \times 10^{16} \sim 17 / \text{cm}^3$ 、深さ0.4~0.8 μm)が読み出しゲート電極7a下まで延在することで、主に中間的な波長光(G)によって発生した電荷がゲート部を通過して垂直転送路2に読み出される。

【0045】

図4(b)において、イエローフィルタ(Ye)が積層されグリーン(G)とレッド(R)の信号電荷を蓄積する受光部は、Pウェル層11内に、2つのN⁺層13', 14が深さ方向に分離して形成される。

【0046】

N⁺層 (n 2') 13' は、端部において転送電極の一部からなる読み出しゲート電極 7 a の下まで延在される。このN⁺層 13' には、中間的な波長光 (例えばG) によって発生した信号電荷が蓄積される。この信号電荷蓄積部を形成するN⁺層 13' (不純物濃度は約 $5 \times 10^{16} \sim 17 / \text{cm}^3$ 、深さ $0.2 \sim 0.8 \mu\text{m}$) が読み出しゲート電極 7 a 下まで延在することで、主に中間的な波長光 (G) によって発生した電荷がゲート部を通過して垂直転送路 2 に読み出される。

【0047】

尚、N⁺層 13' の代わりに、図 4 (a) に示すN⁺層 13 の構造とすることもよい。しかし、本実施形態の様に、電荷蓄積層 13' を、表面から深さ $0.8 \mu\text{m}$ 程度までN⁺層としても、表面側にイエローフィルタ (Ye) が積層され入射光のうちBの光はこのイエローフィルタで遮断されるため、電荷蓄積層 13' にBの信号電荷が蓄積することはない。

【0048】

深部に形成されたN⁺層 (n 3) 14 は、端部において半導体基板 10 の表面まで立ち上がるN⁺領域 (電荷通路) 14 a を有し、このN⁺領域 14 a が、転送電極の一部からなる読み出しゲート電極 6 a 下まで延在される。このN⁺層 14 には、長波長光 (例えばR) によって発生した信号電荷が蓄積される。この信号電荷蓄積部を形成するN⁺層 14 (不純物濃度は約 $5 \times 10^{16} \sim 17 / \text{cm}^3$ 、深さ $0.8 \mu\text{m} \sim 2.5 \mu\text{m}$) が読み出しゲート電極 6 a 下まで延在することで、主に長波長光 (R) によって発生した電荷がゲート部を通過して垂直転送路 2 に読み出される。

【0049】

図 4 (c) において、マゼンタフィルタ (Mg) が積層されブルー (B) とレッド (R) の信号電荷を蓄積する受光部は、Pウェル層 11 内に、2つのN⁺層 12, 14 が深さ方向に分離して形成される。

【0050】

主に短波長光 (例えばB) の入射光成分によって発生した信号電荷は、表面のN⁺層 12 に蓄積され、ゲート部を通過して垂直転送路 2 に読み出される。深部に

形成されたN+層 (n 3) 14には、長波長光 (例えばR) によって発生した信号電荷が蓄積され、ゲート部を通して垂直転送路2に読み出される。

【0051】

深さの異なる3種類の蓄積部12, 13 (13'), 14が設けられた半導体基板10の表面の一部には、浅いP+層15が設けられており、更に最表面にはSiO₂膜16が設けられている。P+層15の不純物 (ボロン) 濃度は約 $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 、深さ約0.1~0.2 μm 程度であり、受光部1の表面における酸化膜—半導体界面の欠陥準位の低減に寄与している。従って、半導体基板10の深さ方向の最も浅い位置にある蓄積部12は、P+N+P構造となっている。

【0052】

このように、本実施形態に係るCCD型カラー固体撮像装置は、全体として、P+ (N+P) (N+P) 構造を持ち、深さの異なる2種類の蓄積部 (N+層) が、基板深さ方向に電位障壁となるP領域を挟んで離間して形成されている。尚、N+層間のP領域のボロン濃度は、 $1 \times 10^{14} \sim 10^{16} / \text{cm}^3$ に設定される。

【0053】

好適には、N+層でなる蓄積部及び電荷通路の不純物濃度は、蓄積部の中心付近の光入射領域よりも読み出しゲート部に向かって濃度が高くなるように濃度勾配を持たせるのがよい。これにより、信号電荷の読み出しが容易になり、電荷の読み出し残りを防止できるからである。

【0054】

尚、本実施形態では、いずれの受光部1においても基板深さ方向に2段の蓄積部を形成し、信号電荷蓄積対象外の波長光に対応するN+層は設けていない。しかし、各受光部1には補色フィルタが積層されているので、R, G, Bの3色のうちの1色の信号は補色フィルタに阻止されてシリコン基板に到達しない。従って、各N+層を形成するマスクパターンの共通化を図って各受光部1に夫々3層構造のN+層12, 13, 14を設けても、到達しない波長光 (色) に対応するN+層に信号電荷が蓄積されることはない。しかし、各受光部を3層構造にする場合には、電荷読み出しを行わない蓄積部 (N+層) については、蓄積部に不要な電荷が残留することが考えられるため、次の撮像を行う前に、予め基板に正電

圧パルスを印加して、不要電荷の掃き出しを行うのがよい。

【0055】

図5は、図1に示す受光部1の4画素分と受光部1間の垂直転送路2のパターンを示す平面図である。各受光部1は、菱形の素子分離帯4によって画成されており、菱形の4辺のうち、右側2辺に素子分離帯4が途切れたゲート部4a, 4bが設けられている。各蓄積部12, 13, 14の蓄積電荷のうち1回目に読み出される信号電荷(図2(a)参照)がゲート部4aを通して垂直転送路2に読み出され、2回目に読み出される信号電荷(図2(b)参照)がゲート部4bから垂直転送路2に読み出される。

【0056】

図6は、図5に転送電極を重ねた図であり、図7は、図6の丸印VII内の詳細図である。2層ポリシリコン構造でなる転送電極は垂直転送路2を覆うように設けられ、1つの受光部1に対して4本の転送電極5, 6, 7, 8が対応付けられている。これにより、いわゆる全画素読み出し(プログレッシブ動作)可能なCCDとなっている。

【0057】

図8(a)(b)(c)は、夫々、補色フィルタCy, Ye, Mgを透過した光信号が、その波長によってシリコン基板の深さ方向の進入距離が異なることを説明する概念図である。即ち、最も波長の短いB光は、シリコン基板の最も浅い領域で吸収されて光電荷を発生させ、最初の蓄積部n1に蓄積される。中間の波長からなるG光はB光よりも深い位置まで到達するので、発生する電荷の多くが中間の深さにある蓄積部n2(n2')に蓄積される。同様に、最も波長の長いR光によって発生する電荷は、シリコン基板の最も深部にある蓄積領域n3に蓄積される。

【0058】

信号電荷の蓄積部n1とn2の間や、n2(n2')とn3との間には電位障壁となるP領域があるため、このP領域において発生した信号電荷(電子)は、ポテンシャルプロファイルに沿って、隣接する電荷蓄積部(n1, n2(n2'), n3)のいずれかに振り分けられる。

【0059】

図9 (a) はシアンフィルタ (C_y) が積層された受光部で得られるB信号とG信号の分光感度スペクトルを示す図であり、図9 (b) はイエローフィルタ (Y_e) が積層された受光部で得られるG信号とR信号の分光感度スペクトルを示す図であり、図9 (c) はマゼンタフィルタ (M_g) が積層された受光部で得られるB信号とR信号の分光感度スペクトルを示す図である。

【0060】

本実施形態の受光部の構成によれば、各信号成分B、G、Rの分光感度スペクトルのオーバーラップが少なくなるため、これらの受光部から得られた信号成分を画像処理することで、更に忠実な色再現が実現でき、高画質化を図ることが可能となる。

【0061】

また、本実施形態に係るCCD型カラー固体撮像装置では、補色系フィルタを用いることで、入射光の利用効率を上げて高感度化を図ることができ、しかも、各受光部において色信号を区別し原色信号を直接読み出すことができるため色信号分離演算処理が不要となる。

【0062】

尚、本実施形態では、各受光部1をいわゆるハニカム配列とした固体撮像装置について説明したが、各受光部1を正方格子配列にした固体撮像装置にも適用できる。

【0063】

(第2実施形態)

図10は、本発明の第2実施形態に係る単板式のCCD型カラー固体撮像装置の表面模式図である。尚、以下の実施形態において、特に説明が無い場合、N⁺層等の不純物濃度や蓄積層の深さについては第1実施形態と同様である。

【0064】

図10において、受光部21は長方形で表され、多数の受光部21がアレー状に配列されている。本実施形態では、受光部21は正方格子状に配列されている。水平方向に隣接する受光部21間には垂直転送路22が形成され、受光部21

から垂直転送路 22 に読み出された信号電荷は、下方の水平転送路 23 まで転送される。

【0065】

本実施形態に係る受光部 21 には、垂直方向、水平方向共に交互に補色系フィルタの Y e フィルタと C y フィルタが積層される。

【0066】

Y e フィルタが積層された受光部 21 にはグリーン (G) の信号電荷とレッド (R) の信号電荷とが区別して蓄積され、これらの G 信号と R 信号とは別々に垂直転送路 23 に読み出される。また、C y フィルタが積層された受光部 21 にはグリーン (G) の信号電荷とブルー (B) の信号電荷とが区別して蓄積され、これらの G 信号と B 信号とは別々に垂直転送路 23 に読み出される。

【0067】

この様に、本実施形態では、全ての受光部 21 から G 信号が得られ、また、R 信号と B 信号については、垂直方向、水平方向に並ぶ各受光部 21 で交互に得られる。即ち、各受光部において、R、B のうちのどちらか 1 色の信号が不足することになるが、不足した 1 色の信号については、周辺の画素信号の平均値として求める。

【0068】

即ち、図 11 に示す様に、例えば○印の位置における色再現には、1 回目に読み出された G 信号と 2 回目に読み出された R 信号を用い、不足する B 信号については、隣接する周辺 4 画素分の B 信号の平均値を用いる。

【0069】

図 12 は、本実施形態に係る受光部 21 の 2 画素分及び水平方向に隣接する受光部間の垂直転送路を示す平面図である。各受光部は、「C」の字状の素子分離帯 24 によって囲まれており、素子分離帯 24 が存在しないゲート部 24 a から信号電荷が垂直転送路 22 に読み出される構造になっている。

【0070】

図 13 は、本実施形態に係るカラー固体撮像装置の転送電極を示す図である。本実施形態では、転送電極 25、26、27 は 3 層ポリシリコン構造となってお

り、全画素読み出し可能なインターラインCCDを構成する。ここで、第2ポリシリコン電極26または第3ポリシリコン電極27の夫々が読み出しゲート電極を形成し、各読み出しゲート電極に読み出し電圧が印加されたとき、対応する信号電荷蓄積部から信号電荷が垂直転送路22に読み出される。

【0071】

図14(a)は図13のa-a線断面図すなわちCyフィルタが積層された受光部の断面図であり、図14(b)は図13のb-b線断面図すなわちYeフィルタが積層された受光部の断面図である。

【0072】

図14(a)において、本実施形態に係るカラー固体撮像装置のn型の半導体基板30の表面側にはPウェル層31が形成され、このPウェル層31内に、2段構造のN⁺層でなる信号電荷の蓄積層32、33が深さ方向に相互に分離して形成される。

【0073】

表面部の蓄積層(n1)32は、転送電極の一部からなる上記読み出しゲート電極26a下まで延在し、主に短波長光(例えばB)の入射光成分によって発生した信号電荷が、半導体基板30の厚さ方向に対して最も浅い位置に設けられた蓄積層32に蓄積される。この構造においては、蓄積層32に蓄えられた電荷、即ち、主に短波長光によって発生した電荷のみが垂直転送路22に読み出される。

【0074】

2番目の蓄積層(n2)33は、端部において半導体基板30の表面まで立ち上がるN⁺領域(電荷通路)33aを有し、このN⁺領域33aが、転送電極の一部からなる読み出しゲート電極27a下まで延在される。この蓄積層33には、中間的な波長光(例えばG)によって発生した信号電荷が蓄積される。この構造において、蓄積層33に蓄えられた電荷、即ち、主に中間的な波長光(G)によって発生した電荷が垂直転送路22に読み出される。

【0075】

斯かる構成の蓄積層32、33が形成された受光部の上部には、この受光部の

受光面に開口を持つ遮光膜 40 が設けられ、その上に、Cy フィルタ 41 とマイクロレンズ 42 とが積層され、マイクロレンズ 42 によって集光され、Cy フィルタ 41 によって赤色 (R) の波長の光が阻止された入射光が、遮光膜 40 の開口 40a を通って受光部に入射される。

【0076】

尚、半導体基板 30 の最表面に、P⁺層 15 と SiO₂ 膜 16 を設けるのは、第 1 実施形態と同様である。

【0077】

図 14 (b) において、n 型の半導体基板 30 の表面側に形成された P ウェル層 31 内に、2 段構造の N⁺層でなる信号電荷の蓄積層 34, 35 が深さ方向に相互に分離して形成される。

【0078】

表面部の蓄積層 (n 2') 34 は、図 14 (a) の蓄積層 33 と同程度の深さまで形成されると共に、その端部は転送電極 26 の一部からなる上記読み出しゲート電極 26a 下まで延在し、主に中間波長光 (例えば G) の入射光成分によって発生した信号電荷が蓄積される。この構造においては、蓄積層 34 に蓄えられた電荷、即ち、主に中間波長光によって発生した電荷のみが垂直転送路 22 に読み出される。

【0079】

P ウェル層 31 の深部に形成された蓄積層 (n 3) 35 は、端部において半導体基板 30 の表面まで立ち上がる N⁺領域 (電荷通路) 35a を有し、この N⁺領域 35a が、転送電極 27 の一部からなる読み出しゲート電極 27a 下まで延在される。この蓄積層 35 には、主に長波長光 (例えば R) によって発生した信号電荷が蓄積される。この構造において、蓄積層 35 に蓄えられた電荷のみが垂直転送路 22 に読み出される。

【0080】

斯かる構成の蓄積層 34, 35 が形成された受光部の上部にも遮光膜 40 の開口 40b が設けられ、更にその上には、Ye フィルタ 43 とマイクロレンズ 44 とが積層される。マイクロレンズ 44 によって集光され、Ye フィルタ 43 によ

って青色 (B) の波長の光が阻止された入射光が、遮光膜 40 の開口 40b を通って受光部に入射される。尚、半導体基板 30 の最表面には、同様に、P⁺層 15 と SiO₂膜 16 が設けられる。

【0081】

本実施形態に係る蓄積層 34 は、基板表面近傍まで分布しているが、短波長の B に対応する光は Y e フィルタによって阻止されるので、B の入射光に対しては感度を持っていない。従って、蓄積層 34 の浅い方向の分布については特に制約はなく、図 14 (a) における蓄積層 33 と同じ構造 (蓄積層を半導体基板表面近傍まで分布させない構造) としてもよい。

【0082】

図 15 (a) (b) は、夫々、本実施形態に係る固体撮像装置において C y フィルタ 41, Y e フィルタ 43 を透過した光信号が、その波長によってシリコン基板の深さ方向の進入距離が異なることを説明する概念図である。

【0083】

レッド (R) の光を阻止する C y フィルタ 41 が積層された受光部では、図 15 (a) に示されるように、最も波長の短いブルー (B) の光はシリコン基板の最も浅い領域で吸収され、B の光量に応じた電荷を発生して最初の蓄積層 n1 に蓄積される。中間の波長からなるグリーン (G) の光は、ブルー (B) の光よりも深い位置まで到達するので、発生する電荷の多くが蓄積層 n2 に蓄積される。

【0084】

ブルー (B) の光を阻止する Y e フィルタ 43 が積層された受光部では、図 15 (b) に示されるように、中間の波長からなるグリーン (G) の光は、蓄積層 n2' に蓄積され、同様に、最も波長の長い R 光によって発生する電荷は、シリコン基板の最も深部にある蓄積層 n3 に蓄積される。

【0085】

この様に、本実施形態に係る CCD 型カラー固体撮像装置でも、補色系フィルタのうち C y フィルタと Y e フィルタを用いることで、入射光の利用効率を上げて高感度化を図ることができ、しかも、各受光部において原色信号を区別して読み出すことができるため色信号分離演算処理が不要となり、このため忠実な色再

現や高画質化を図ることが可能となる。また、全ての受光部からグリーンの信号を得ることができるため、このグリーン信号を輝度情報として使用し解像度の高い画像を得ることが可能となる。

【0086】

尚、本実施形態では、各受光部 21 を正方格子配列とした固体撮像装置について説明したが、各受光部 21 をいわゆるハニカム配列にした固体撮像装置にも容易に適用可能である。

【0087】

(第3実施形態)

図16は、本発明の第3実施形態に係る単板式のCCD型カラー固体撮像装置の表面模式図である。図示において、受光部 51 は長方形で表され、多数の受光部 51 がアレー状に配列されている。本実施形態では、受光部 51 は正方格子状に配列されている。水平方向に隣接する受光部 51 間には垂直転送路 52 が形成され、受光部 51 から垂直転送路 52 に読み出された信号電荷は、下方の水平転送路 53 まで転送される。

【0088】

本実施形態に係る受光部 51 には、垂直方向、水平方向共に、交互に、原色系カラーフィルタの1つであるグリーン (G) と補色系カラーフィルタの1つであるマゼンタ (Mg) の2色のカラーフィルタが積層されている。本実施形態では、各カラーフィルタ (G, Mg) によって阻止されなかった入射光成分が原色系の信号 (R, G, B) 成分として独立に読み出される構成となっている。

【0089】

即ち、Mgフィルタが積層された受光部 51 からは、B信号とR信号とが得られる。従って、受光部から、電荷読出、VCCD転送、HCCD転送を2回行うことにより、Gフィルタを持つ受光部 51 から1色 (G) の原色信号成分が得られ、Mgフィルタを持つ受光部からは2色 (R, B) の原色信号成分が得られることになる。

【0090】

Gフィルタを積層した受光部 51 からは、3原色のうちの1色 (G) の成分し

か得られないため、図 17 に示す様に、この受光部位置については、2 回の読み出しで読み出された G 信号（1 回目を G 1、2 回目を G 2 と図示する。）を加算して用いる。残りの R 色については、周りの R 信号を平均して、更に、残りの B 色については、周りの B 信号を平均して用いる。

【0091】

Mg フィルタを積層した受光部からは、3 原色のうちの 2 色（R，B）が得られるため、残りの G 信号については、周りの 4 つの G 1 信号と 4 つの G 2 信号を用いて求める。

【0092】

図 18 は、本実施形態に係る受光部 51 の 2 画素分及び水平方向に隣接する受光部間の垂直転送路を示す平面図である。各受光部は、「C」の字状の素子分離帯 54 によって囲まれており、素子分離帯 54 が存在しないゲート部 54a から信号電荷が垂直転送路 52 に読み出される構造になっている。

【0093】

図 19 は、本実施形態に係るカラー固体撮像装置の転送電極を示す図である。本実施形態では、転送電極 55，56，57 は 3 層ポリシリコン構造となっており、全画素読み出し可能なインターライン CCD を構成する。ここで、第 2 ポリシリコン電極 56 または第 3 ポリシリコン電極 57 の夫々が読み出しゲート電極を形成し、各読み出しゲート電極に読み出し電圧が印加されたとき、対応する信号電荷蓄積部から信号電荷が垂直転送路 52 に読み出される。

【0094】

図 20（a）は図 19 の a—a 線断面図すなわち Mg フィルタが積層された受光部の断面図であり、図 20（b）は図 19 の b—b 線断面図すなわち G フィルタが積層された受光部の断面図である。

【0095】

図 20（a）において、本実施形態に係るカラー固体撮像装置の n 型半導体基板 60 の表面側には P ウェル層 61 が形成され、この P ウェル層 61 内に、2 段構造の N⁺層となる信号電荷の蓄積層 62，63 が深さ方向に相互に分離して形成される。

【0096】

表面部の蓄積層 (n1) 62 は、転送電極の一部からなる読み出しゲート電極 56a 下まで延在し、主に短波長光 (例えば B) の入射光成分によって発生した信号電荷が、半導体基板 60 の厚さ方向に対して最も浅い位置に設けられた蓄積層 62 に蓄積される。この構造においては、蓄積層 62 に蓄えられた電荷、即ち、主に短波長光によって発生した電荷のみが垂直転送路 52 に読み出される。

【0097】

2 番目の蓄積層 (n3) 63 は深部に形成され、端部において半導体基板 60 の表面まで立ち上がる N⁺領域 (電荷通路) 63a を有し、この N⁺領域 63a が、転送電極の一部からなる読み出しゲート電極 57a 下まで延在される。この蓄積層 63 には、長波長光 (例えば R) によって発生した信号電荷が蓄積される。この構造において、蓄積層 63 に蓄えられた電荷、即ち、主に長波長光 (R) によって発生した電荷が垂直転送路 52 に読み出される。

【0098】

斯かる構成の蓄積層 62, 63 が形成された受光部の上部には、この受光部の受光面に開口を持つ遮光膜 66 が設けられ、その上に、Mg フィルタ 67 とマイクロレンズ 68 とが積層され、マイクロレンズ 68 によって集光され、Mg フィルタ 67 によって緑色 (G) の波長の光が阻止された入射光が、遮光膜 66 の開口 66a を通って受光部に入射される。

【0099】

本実施形態では、短波長 B と長波長 R の波長の離れた各入射光成分によって発生した信号電荷を夫々蓄積層 62, 63 に蓄積する構成のため、蓄積層 62 と蓄積層 63 とを半導体基板の深さ方向に離れた位置に形成でき、蓄積層 62, 63 の分離形成が容易である。

【0100】

尚、半導体基板 60 の最表面に、P⁺層 15 と SiO₂ 膜 16 を設けるのは、第 1 実施形態、第 2 実施形態と同様である。

【0101】

図 20 (b) において、n 型半導体基板 60 の表面側に形成された P ウェル層

61内の表面部に、1段構造のN⁺層でなる信号電荷の蓄積層(n₂)64が形成される。この蓄積層64の深さは、図20(a)の蓄積層62, 63の中間的な深さとなっている。

【0102】

この蓄積層64は、その端部において転送電極56, 57の一部からなる上記読み出しゲート電極56a, 57aの下まで延在し、主に中間波長光(例えばG)の入射光成分によって発生した信号電荷が蓄積される。この構造においては、蓄積層64に蓄えられた電荷、即ち、主に中間波長光によって発生した電荷のみが2回に分けて垂直転送路52に読み出される。

【0103】

斯かる構成の蓄積層64が形成された受光部の上部にも遮光膜66の開口66bが設けられ、更にその上に、Gフィルタ65とマイクロレンズ69とが積層される。マイクロレンズ69によって集光され、Gフィルタ41によって赤色(R)とブルー(B)の波長の光が阻止された入射光は、遮光膜66の開口66bを通して受光部に入射される。

【0104】

本実施形態に係るカラー固体撮像装置は、第1, 第2実施形態と異なり、基板深さ方向に、一段または2段の蓄積層を有している。各蓄積層の深さは、浅いほうからn₁(62), n₂(64), n₃(63)となっており、浅い方から、B, G, R光の信号電荷を蓄積する様に各蓄積層の深さが設定されている。

【0105】

尚、蓄積層(n₂)64については、蓄積層が基板表面近くまで分布しているが、Gフィルタが積層されているため蓄積層64にはB信号は到達せず、このため、Bについて感度を有することはない。従って、特に混色等の問題は生じない。

【0106】

また、第1, 第2の実施形態と同じく、各蓄積層の電荷を独立に垂直転送路に読み出すことが可能である。即ち、各蓄積層のN⁺領域の一端がそれぞれ異なる読み出しゲート部近傍まで延在し、読み出しパルス(Φ_v)の印加によって、蓄

積層にある電荷が垂直転送路に読み出し可能な構造となっている。

【0107】

本実施形態では、G信号については同一の蓄積層64から2回に分けて読み出す構成になっているが、最初の読み出しにおいて全ての蓄積電荷を蓄積層64から読み出してもよい。

【0108】

図21(a)(b)は、夫々、本実施形態に係る固体撮像装置において、Mgフィルタ67、Gフィルタ65を透過した光信号が、その波長によってシリコン基板の深さ方向の進入距離が異なることを説明する概念図である。

【0109】

即ち、最も波長の短いB光は、シリコン基板の最も浅い領域で吸収されて電荷を発生し、最初の蓄積層n1に蓄積される。中間の波長からなるG光はB光よりも深い位置まで到達するので、発生する電荷の多くが蓄積層n2に蓄積される。同様に、最も波長の長いR光によって発生する電荷は、シリコン基板の最も深部にある蓄積層n3に蓄積される。

【0110】

図22は、本実施形態に係るマゼンタフィルタを積層した受光部から得られるB信号及びR信号の分光感度スペクトルにグリーンフィルタを積層したG信号の分光感度スペクトルを重ねあわせた図である。

【0111】

補色系フィルタ及びグリーンフィルタを用いる固体撮像装置では、グリーンフィルタは、通常は、多種類のカラーフィルを使用したくないという製造上の理由により、シアンフィルタとイエローフィルタの2層のカラーフィルタを重ねることで実現しており、そのグリーンの信号スペクトルは理想的にはならない。

【0112】

しかし、本実施形態で使用する補色系フィルタはマゼンタだけであるため、グリーンフィルタを実現するためにシアンフィルタ及びイエローフィルタを重ねる必要はなく、原色系のグリーンフィルタ1層だけを設けることができる。また、マゼンタフィルタは、波長の離れたB信号とR信号とを透過するため、本実施形

態で得られる R, G, B 信号の分光感度スペクトルは、図 22 に示されるように、オーバーラップが少なく色分離の優れた理想的な分光感度スペクトルに近くなる。このため、本実施形態に係る固体撮像装置から得られる色信号を画像処理することで、第 1, 2 実施形態に比較して更に忠実な色再現が実現される。

【0113】

以上述べた様に、本実施形態によっても、補色系フィルタのうち Mg フィルタを用いることで、入射光の利用効率を上げて高感度化を図ることができ、しかも、各受光部において色信号を区別して原色信号を直接読み出すことができるため、色信号分離演算処理が不要となり、忠実な色再現や高画質化を図ることが可能となる。

【0114】

尚、本実施形態でも、各受光部 21 を正方格子配列とした固体撮像装置について説明したが、各受光部 21 をいわゆるハニカム配列にした固体撮像装置にも適用可能である。

【0115】

(第 4 実施形態)

図 23 は、本発明の第 4 実施形態に係る単板式の CCD 型カラー固体撮像装置の表面模式図である。この CCD 型カラー固体撮像装置は、半導体基板 80 の表面側に、多数の受光部 71 がアレー状に形成されている。図示の例では、各受光部 71 が夫々菱形で表される。

【0116】

本実施形態における画素配列は第 1 実施形態と同じであり、各受光部 71 が垂直方向、水平方向に夫々 1/2 ピッチづつずらしたいわゆるハニカム画素配列となっている。そして、隣接する受光部 71 間には垂直転送路 72 が形成され、各受光部 71 から垂直転送路 72 に読み出された信号電荷が、蛇行しながら下方方向の水平転送路 73 まで転送される。

【0117】

本実施形態では、偶数列の受光部 71 に Mg フィルタが積層され、奇数列の受光部 71 にはカラーフィルタを積層せず、単に透明平坦化膜（以下、この透明平

坦化膜を「ホワイト (W) フィルタ」ともいう。) を積層している。Mg フィルタが積層された受光部 71 では、Mg フィルタによって阻止されなかった入射光成分 R, B による R 信号電荷と B 信号電荷とが区別して蓄積され独立に読み出され、W フィルタが積層された受光部 71 は、全ての可視光に対して感度を有する。

【0118】

即ち、Mg フィルタを持つ受光部からは R 信号と B 信号とが得られ、W フィルタを持つ受光部からは、R, G, B の全ての信号成分が加算された信号が読み出される。尚、W フィルタを持つ受光部から読み出された W 信号は、2 回に分けて読み出された W1 信号、W2 信号を加算して使用する。

【0119】

従って、各受光部から電荷読出、VCCD 転送、HCCD 転送を 2 回行うことにより、図 24 に示すように、Mg フィルタを積層した受光部からは、2 色の原色信号成分 R, B が得られ、W フィルタを積層した受光部からは、R, G, B を混合した (R + G + B) 信号が得られる。

【0120】

即ち、Mg フィルタを持つ受光部位置の色情報としては、直接得られる上記の 2 色の原色信号 R, B と、周辺 4 個または 8 個の W 信号の平均値 (R + G + B) から R 信号量と B 信号量とを減算することで G 信号を求める。

【0121】

W フィルタを持つ受光部位置の色情報としては、周辺 4 個の R 信号の平均値から R 信号を求め、周辺 4 個の B 信号の平均値から B 信号を求め、直接得られる W 信号量から R 信号量と B 信号量とを減算することで、G 信号を求める。

【0122】

図 25 は、図 23 に示す受光部 71 の 4 画素分と受光部 71 間の垂直転送路 72 のパターンを示す平面図である。各受光部 71 は、菱形の素子分離帯 74 によって画成されており、菱形の 4 辺のうち、右側 2 辺に素子分離帯 4 が途切れたゲート部 74a, 74b が設けられている。Mg フィルタを持つ受光部 71 から B 信号を読み出すときはゲート部 74a から読み出され、R 信号を読み出すときは

ゲート部 74b から読み出される。W フィルタを持つ受光部 71 からは、ゲート部 74a を介して 1 回目の W 信号が読み出され、ゲート部 74b を介して 2 回目の W 信号が読み出される。尚、1 回の W 信号読み出しによってその受光部 71 の W 信号全てを読み出す構成とすることでもよい。

【0123】

尚、垂直転送路 72 上に設けられる転送電極構造は、第 1 実施形態と同じであり、2 層ポリシリコンでなる。

【0124】

図 26 (a) は図 25 の a—a 線断面図すなわち W フィルタを持つ受光部の断面図である。n 型半導体基板 80 の表面側には P ウェル層 81 が形成され、その表面部には、深さ 0.2 ~ 2.5 μm の深い N⁺ 層でなる信号電荷の蓄積層 (n2) 82 が形成されている。最表面には、第 1 ~ 第 3 実施形態と同様に、P⁺ 層 15 と SiO₂ 膜 16 とが設けられている。

【0125】

受光部の受光面には遮光膜 85 の開口 85a が設けられ、その上方に、W フィルタすなわち透明な平坦化膜 86 が設けられ、更にその上部にマイクロレンズ 87 が設けられる。マイクロレンズ 87 で集光された入射光は、透明な平坦化膜 86 を通して、即ち、少ないロスで蓄積層 82 内に入射する。

【0126】

図 26 (b) は図 25 の b—b 線断面図すなわち Mg フィルタを持つ受光部の断面図である。n 型半導体基板 80 に形成された P ウェル層 81 に、2 段構成の N⁺ 層でなる信号電荷の蓄積層 83, 84 が分離して形成され、最表面には、上記と同様に、P⁺ 層 15 と SiO₂ 膜 16 とが設けられる。

【0127】

表面部の蓄積層 (n1) 83 は、転送電極の一部からなる読み出しゲート電極下まで延在し、主に短波長光 (例えば B) の入射光成分によって発生した信号電荷が、半導体基板 80 の厚さ方向に対して最も浅い位置に設けられた蓄積層 83 に蓄積される。この構造においては、蓄積層 83 に蓄えられた電荷、即ち、主に短波長光によって発生した電荷のみが垂直転送路 72 に読み出される。

【0128】

深部に形成された蓄積層 ($n3$) 84 は、端部において半導体基板 80 の表面まで立ち上がる N^+ 領域 (電荷通路) 84a を有し、この N^+ 領域 84a が、転送電極の一部からなる読み出しゲート電極下まで延在される。この蓄積層 84 には、長波長光 (例えば R) によって発生した信号電荷が蓄積される。この構造において、蓄積層 84 に蓄えられた電荷、即ち、主に長波長光 (R) によって発生した電荷が垂直転送路 72 に読み出される。

【0129】

斯かる構成の蓄積層 83, 84 が形成された受光部の上部には、この受光部の受光面に合わせて遮光膜 85 の開口 85b が設けられ、更にその上に、Mg フィルタ 88 とマイクロレンズ 89 とが積層され、マイクロレンズ 89 によって集光され、Mg フィルタ 88 によって緑色 (G) の波長の光が阻止された入射光が、遮光膜 85 の開口 85b を通って受光部に入射される。

【0130】

各蓄積層 $n1$ (82), $n2$ (81), $n3$ (83) について見ると、蓄積層 $n1$ が最も浅く、蓄積層 $n2$ と蓄積層 $n3$ とが同程度の深さとなっている。但し、蓄積層 $n3$ については、その上方にある蓄積層 $n1$ と接触しないように離れた位置に局在している。言い換えると、蓄積層 $n3$ は、R 光の波長成分について最も感度が高くなるような深さに選定される。蓄積層 $n2$ については、表面付近まで分布し、かつ蓄積層 $n3$ と同じ深さまで分布している。これは、人間の目が知覚できる可視域の入射光波長成分を最も効率的に光電変換するためであり、無色 (W) のフィルタが積層されているからである。

【0131】

図 27 (a) (b) は、Mg フィルタおよび W フィルタを透過した光信号が、その波長によってシリコン基板の深さ方向の進入距離が異なることを説明する概念図である。即ち、最も波長の短い B 光は、シリコン基板の最も浅い領域で吸収されて電荷を発生し、この電荷は最初の蓄積層 $n1$ に蓄積される。同様に、最も波長の長い R 光によって発生する電荷は、シリコン基板の最も深部にある蓄積層 $n3$ に蓄積される。W フィルタ 86 を持つ受光部では、R, G, B 全てについて

光電変換をする必要があるので、蓄積層 n 2 は基板の浅い所から深い所まで広く分布している。

【0132】

図 28 は、本実施形態に係るカラー固体撮像装置の分光感度スペクトルを示す図である。マゼンタフィルタ Mg を透過した B 信号と R 信号はオーバーラップ無く分離しており、W フィルタを透過した光 (B + G + R) の信号 (W) は、全ての可視光波長域を含み G 信号 (波長 540 nm 付近) にピークを持つスペクトルとなっている。

【0133】

本実施形態では、特にホワイト (W) に対応する受光部で、全ての可視域の波長成分を利用できるため、入射光成分のロスが殆どなく、第 1 実施形態の様に全受光部に補色フィルタを積層する場合に比べ、更に高感度化が図れる。また、特に複雑な信号処理をすることなく、直接、高感度の輝度信号 (R + G + B) が得られるという特徴もある。また、カラーフィルタとして Mg フィルタのみを使用するため、カラーフィルタの積層工程が容易となる。

【0134】

尚、本実施形態では、各受光部 71 をいわゆるハニカム配列とした固体撮像装置について説明したが、各受光部 71 を正方格子配列にした固体撮像装置にも適用可能である。

【0135】

(第 5 の実施形態)

図 29 は、本発明の第 5 実施形態に係る CCD 型カラー固体撮像装置の表面模式図である。本実施形態では、半導体基板 90 上に正方格子状に配列された各受光部 91 に、図示するように、グリーンフィルタ (G) と、マゼンタフィルタ (Mg) と、イエローフィルタ (Ye) と、シアンフィルタ (Cy) とを積層している点のみが第 2 実施形態と異なり、各受光部 91 から垂直転送路 92 に読み出された各色信号電荷が、水平転送路 93 まで転送される。各受光部 91 の断面構造は、上述した実施形態における同一カラーフィルタが積層された受光部と同じである。

【0136】

本実施形態に係る固体撮像装置は、各受光部に積層するカラーフィルタのみが異なるが、本実施形態のカラーフィルタの配列により、CCDから出力される色差線順次信号は n ライン（ n は1以上の整数）の信号がグリーン（G）とイエロー（Ye）及びシアン（Cy）とマゼンタ（Mg）からなり、 $n+1$ ラインの信号はマゼンタ（Mg）とイエロー（Ye）及びシアン（Cy）とグリーン（G）からなり、これが繰り返される。

【0137】

従って、インターレース読み出し（飛び越し走査）を行う場合においても、本実施形態によれば、R、G、Bの各色成分が独立に読み出されるので、色分離回路を必要としない。そのため、低ノイズかつ色再現性に優れた高画質の撮像が可能になり、同時に高速信号処理と信号処理回路の簡略化が図られる。

【0138】**【発明の効果】**

本発明によれば、下記の効果を得ることができる。

（1）一の受光部（画素）から、2色以上の色信号成分を検出するため、入射光を有効に電気信号に変換でき、高感度化が可能になる。

（2）補色カラーフィルタを使用した固体撮像装置から原色系の色信号を直接取り出すことができるので、忠実な色再現が可能になる。

（3）カラーフィルタを使用するため、基板深さ方向に対する分光特性を利用する場合において、各分光スペクトル（R、G、B）相互のオーバーラップ量が少なくなり、忠実な色再現が可能になり、高画質化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明の第1実施形態に係る単板式のCCD型カラー固体撮像装置の表面模式図である。

【図2】

図1に示すCCD型カラー固体撮像装置の各受光部から信号を読み出す説明図である。

【図 3】

図 1 に示す C C D 型カラー固体撮像装置から 2 回に分けて読み出した色信号により色再現を行う説明図である。

【図 4】

(a) は図 2 の a— a 線断面図である。

(b) は図 2 の b— b 線断面図である。

(c) は図 2 の c— c 線断面図である。

【図 5】

図 1 に示す C C D 型カラー固体撮像装置の 4 受光部（4 画素）分の平面図である。

【図 6】

図 5 に転送電極を重ねて示した図である。

【図 7】

図 6 に示す○印VII内の詳細図である。

【図 8】

(a) はシアンフィルタ C y を通した光のシリコン基板内の進入距離と第 1 実施形態に係る蓄積層との関係を示す図である。

(b) はイエローフィルタ Y e を通した光のシリコン基板内の進入距離と第 1 実施形態に係る蓄積層との関係を示す図である。

(c) はマゼンタフィルタ M g を通した光のシリコン基板内の進入距離と第 1 実施形態に係る蓄積層との関係を示す図である。

【図 9】

(a) はシアンフィルタが積層された受光部で得られる B 信号と G 信号の分光感度スペクトルを示す図である。

(b) はイエローフィルタが積層された受光部で得られる G 信号と R 信号の分光感度スペクトルを示す図である。

(c) はマゼンタフィルタが積層された受光部で得られる B 信号と R 信号の分光感度スペクトルを示す図である。

【図 1 0】

本発明の第2実施形態に係る単板式のCCD型カラー固体撮像装置の表面模式図である。

【図11】

図10に示すCCD型カラー固体撮像装置から2回に分けて読み出した色信号により色再現を行う説明図である。

【図12】

図10に示すCCD型カラー固体撮像装置の水平方向に隣接する2受光部（2画素）分の素子分離帯のパターンを示す平面図である。

【図13】

図10に示すCCD型カラー固体撮像装置の4受光部（4画素）分の平面図である。

【図14】

(a) は図13に示すa—a線断面図である。

(b) は図13に示すb—b線断面図である。

【図15】

(a) はシアンフィルタC_yを通した光のシリコン基板内への進入距離と第2実施形態に係る蓄積層との関係を示す図である。

(b) はイエローフィルタY_eを通した光のシリコン基板内への進入距離と第2実施形態に係る蓄積層との関係を示す図である。

【図16】

本発明の第3実施形態に係る単板式のCCD型カラー固体撮像装置の表面模式図である。

【図17】

図16に示すCCD型カラー固体撮像装置から2回に分けて読み出した色信号により色再現を行う説明図である。

【図18】

図16に示すCCD型カラー固体撮像装置の水平方向に隣接する2受光部（2画素）分の素子分離帯のパターンを示す平面図である。

【図19】

図 16 に示す CCD 型カラー固体撮像装置の 4 受光部（4 画素）分の平面図である。

【図 20】

(a) は図 19 に示す a—a 線断面図である。

(b) は図 19 に示す b—b 線断面図である。

【図 21】

(a) はマゼンタフィルタ Mg を通した光のシリコン基板内への進入距離と第 3 実施形態に係る蓄積層との関係を示す図である。

(b) はグリーンフィルタ G を通した光のシリコン基板内への進入距離と第 3 実施形態に係る蓄積層との関係を示す図である。

【図 22】

本発明の第 3 実施形態に係るカラー固体撮像装置で得られる原色信号の分光感度スペクトルを示す図である。

【図 23】

本発明の第 4 実施形態に係る単板式の CCD 型カラー固体撮像装置の表面模式図である。

【図 24】

図 23 に示す CCD 型カラー固体撮像装置から 2 回に分けて読み出した色信号により色再現を行う説明図である。

【図 25】

図 23 に示す CCD 型カラー固体撮像装置の 4 受光部（4 画素）分の平面図である。

【図 26】

(a) は図 25 に示す a—a 線断面図である。

(b) は図 25 に示す b—b 線断面図である。

【図 27】

(a) はマゼンタフィルタ Mg を通した光のシリコン基板内への進入距離と第 4 実施形態に係る蓄積層との関係を示す図である。

(b) はホワイトフィルタ W を通した光のシリコン基板内への進入距離と第 4

実施形態に係る蓄積層との関係を示す図である。

【図 28】

本発明の第 4 実施形態に係るカラー固体撮像装置で得られる分光感度スペクトルを示す図である。

【図 29】

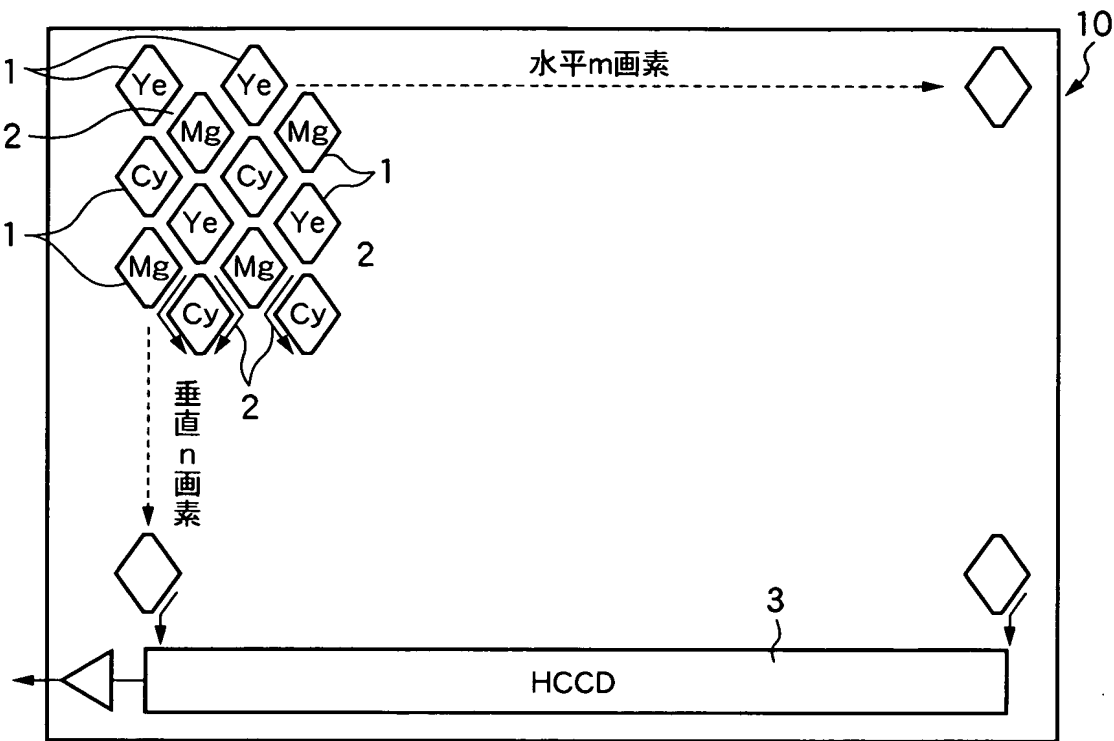
本発明の第 5 実施形態に係る CCD 型カラー固体撮像装置の表面模式図である。

【符号の説明】

- 1, 21, 51, 71, 91 受光部
- 2, 22, 52, 72, 92 垂直転送路 (VCCD)
- 3, 23, 53, 73, 93 水平転送路 (HCCD)
- 4, 24, 54, 74 素子分離帯
- 4a, 4b, 24a, 54a, 74a, 74b ゲート部
- 5, 6, 7, 8, 25, 26, 27 転送電極
- 10, 30, 60, 80 半導体基板
- 11, 31, 61, 81 Pウェル層
- 12, 13, 14, 32, 33, 34, 35, 62, 63, 64, 82, 83, 84 信号電荷の蓄積層
- 15 P⁺層
- 16 SiO₂膜
- 40, 66, 85 遮光膜
- 40a, 40b, 66a, 66b, 85a, 85b 開口
- 41 シアンフィルタ Cy
- 42, 44, 68, 69, 87, 89 マイクロレンズ
- 43 イエローフィルタ Ye
- 67, 88 マゼンタフィルタ Mg
- 86 ホワイトフィルタ W (透明平坦化膜)

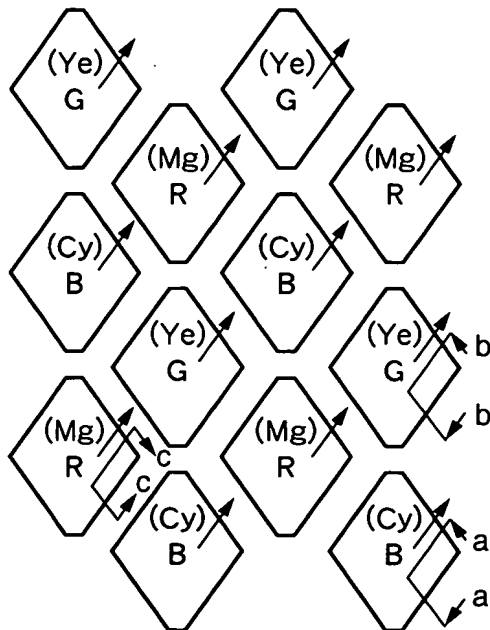
【書類名】 図面

【図 1】

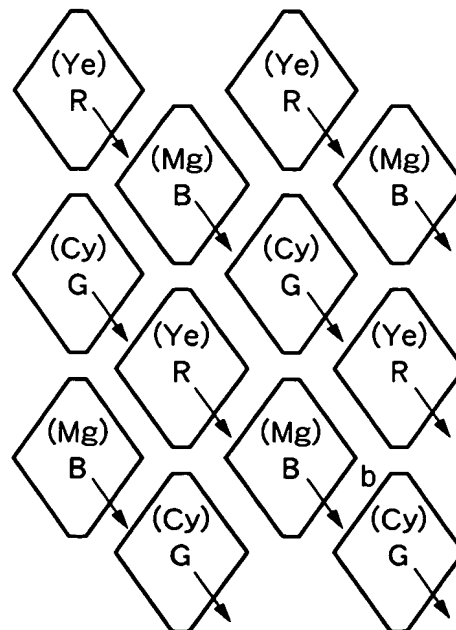


【図 2】

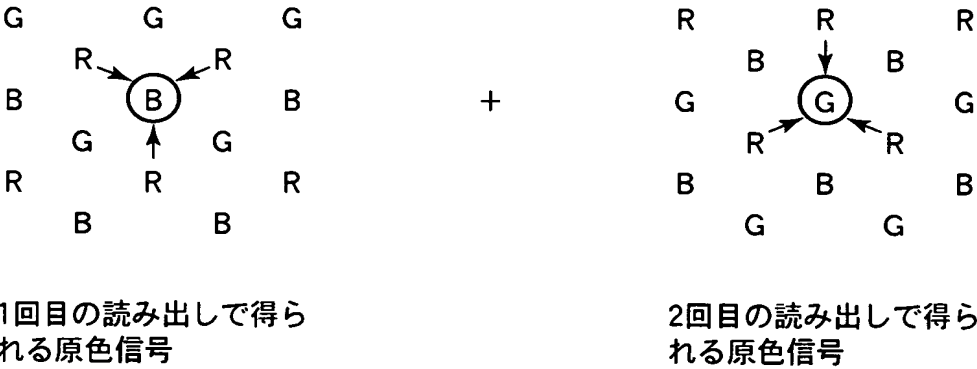
(a) 1回目読み出し



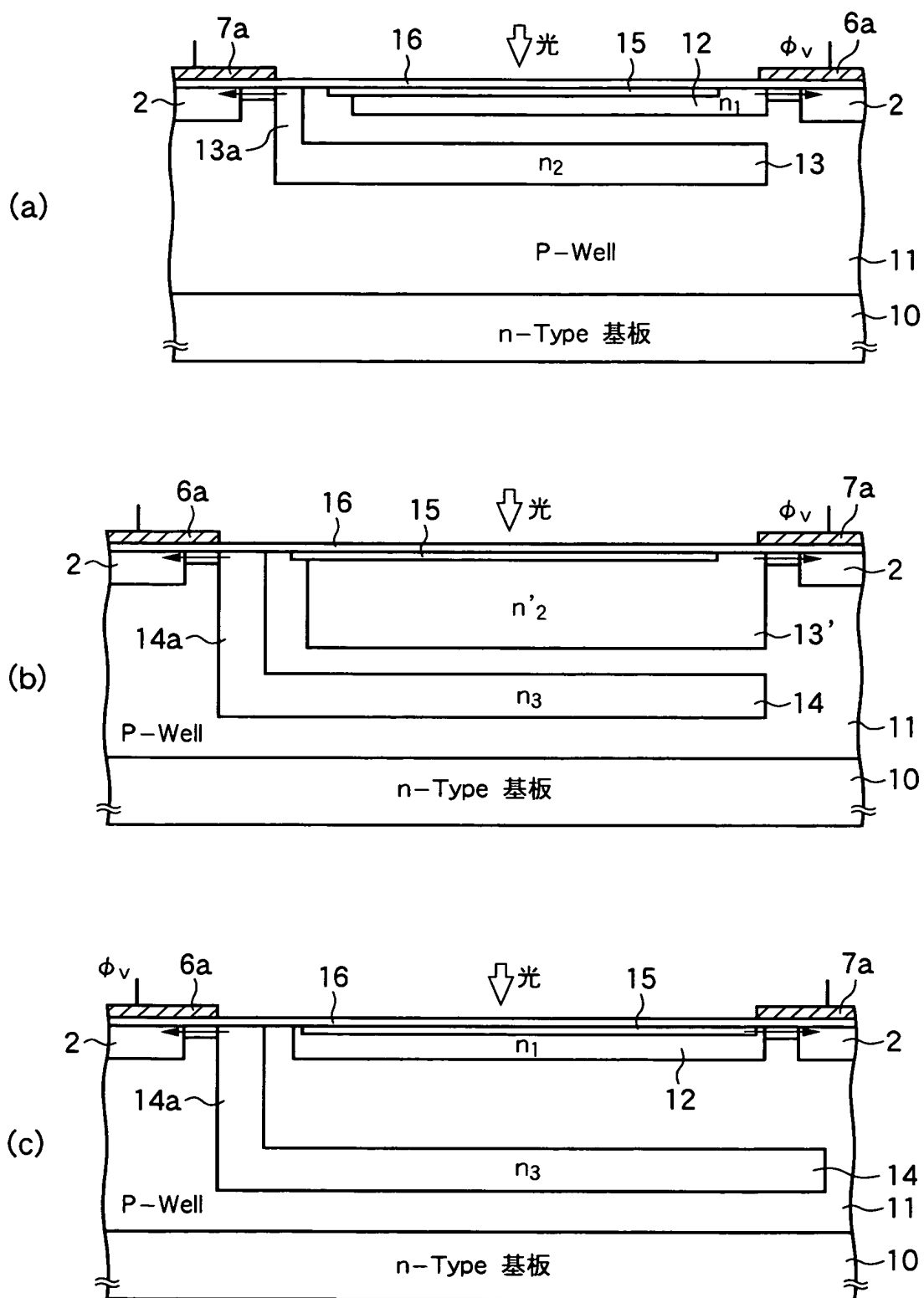
(b) 2回目読み出し



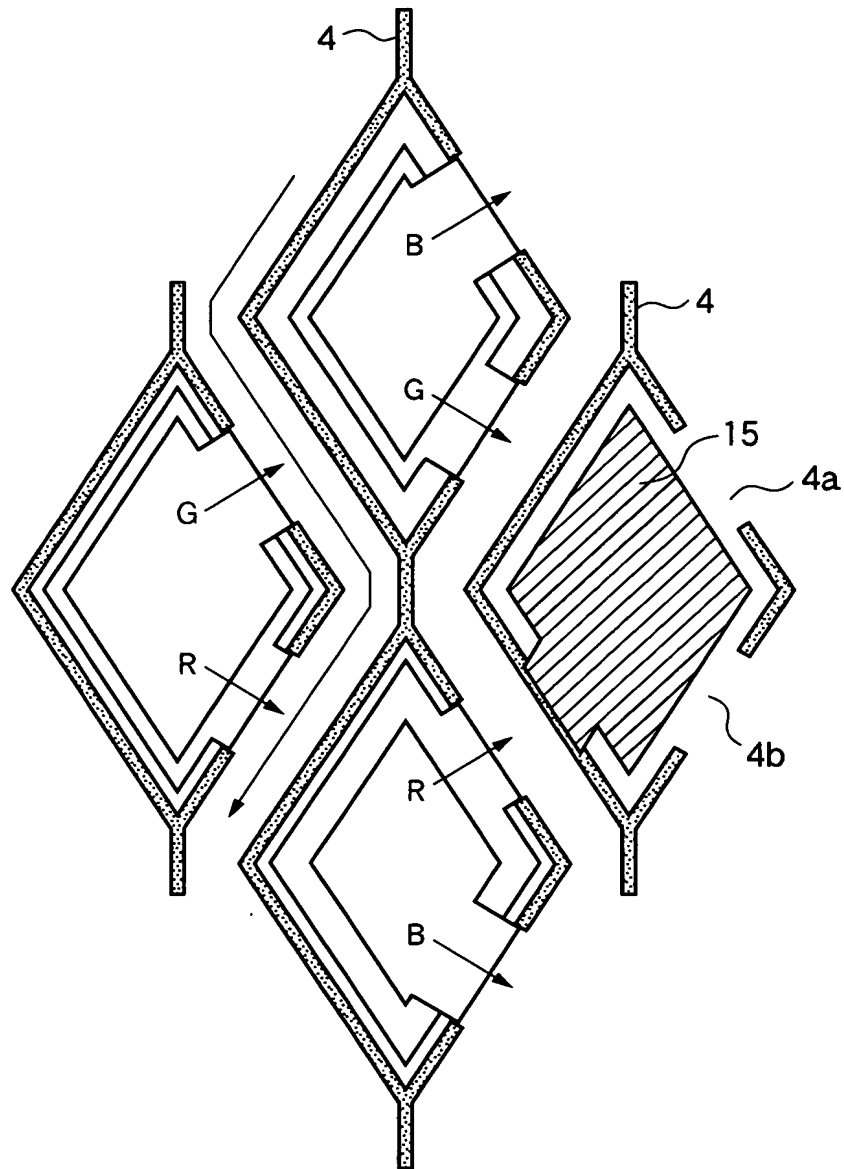
【図 3】



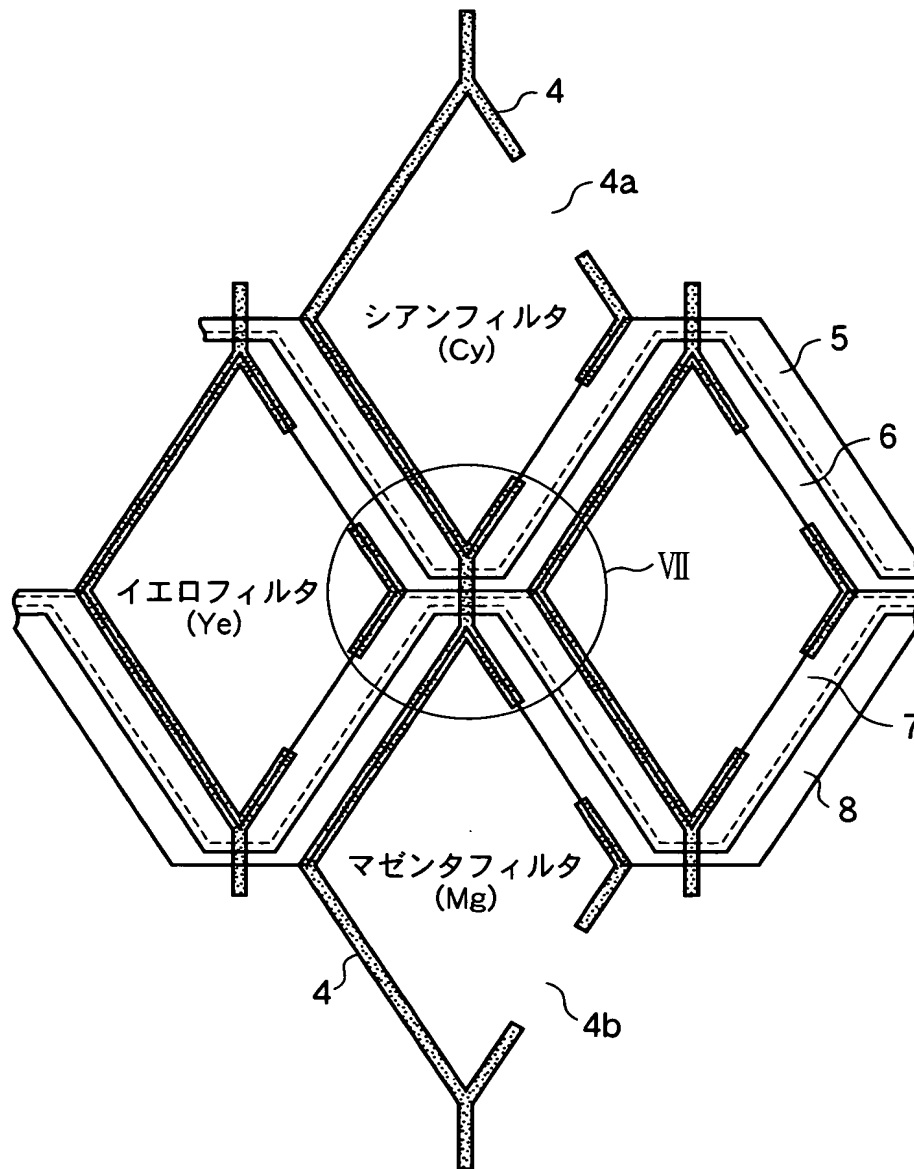
【図 4】



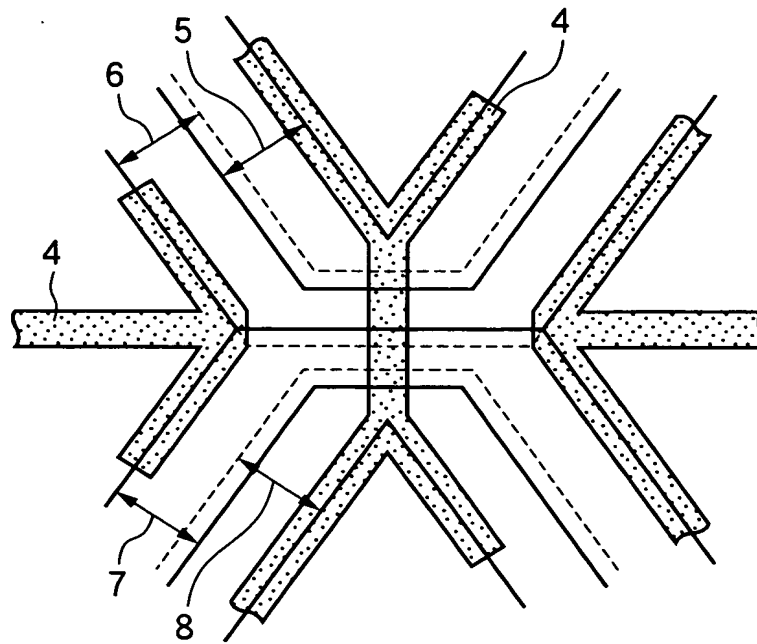
【図 5】



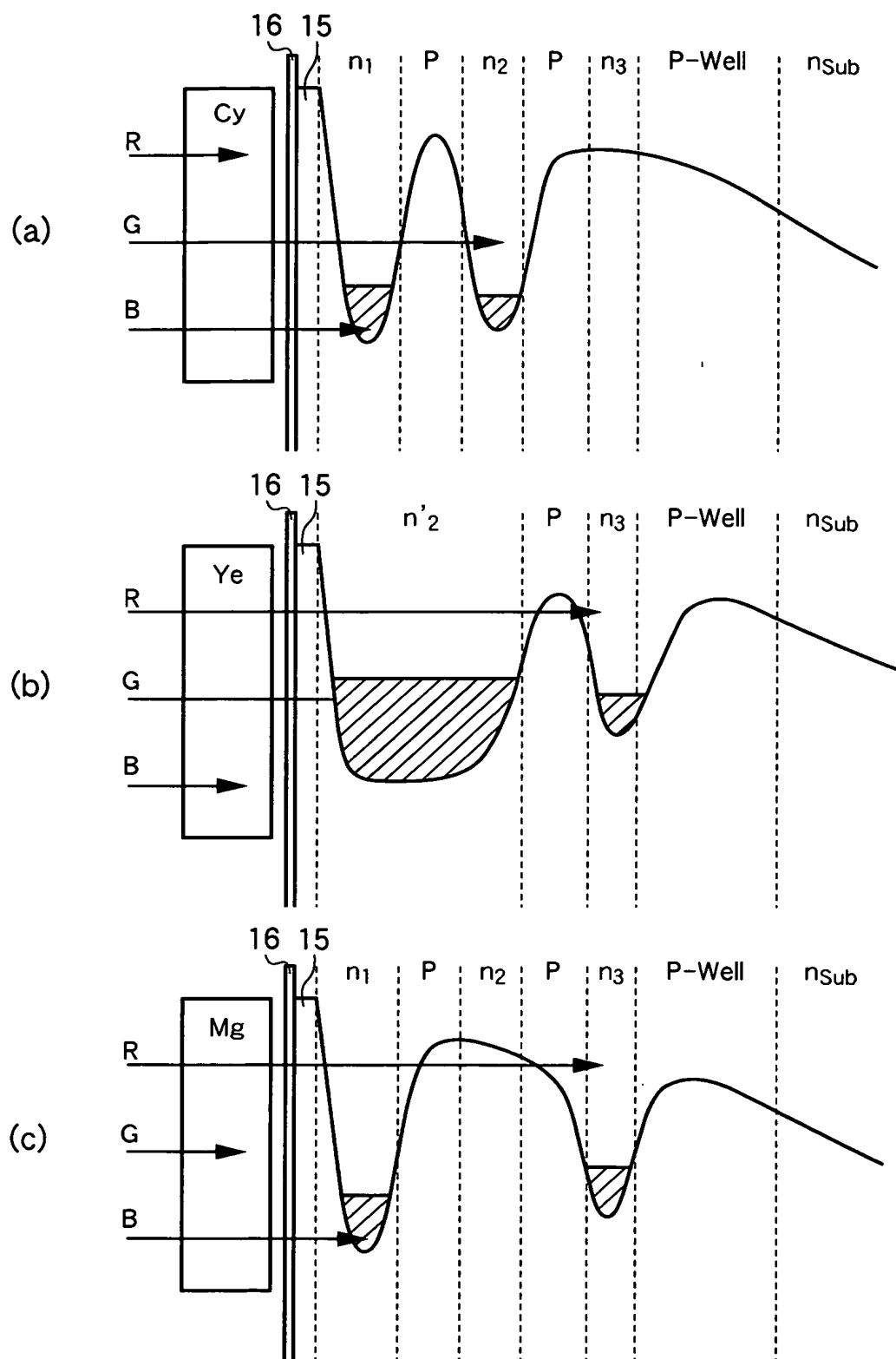
【図 6】



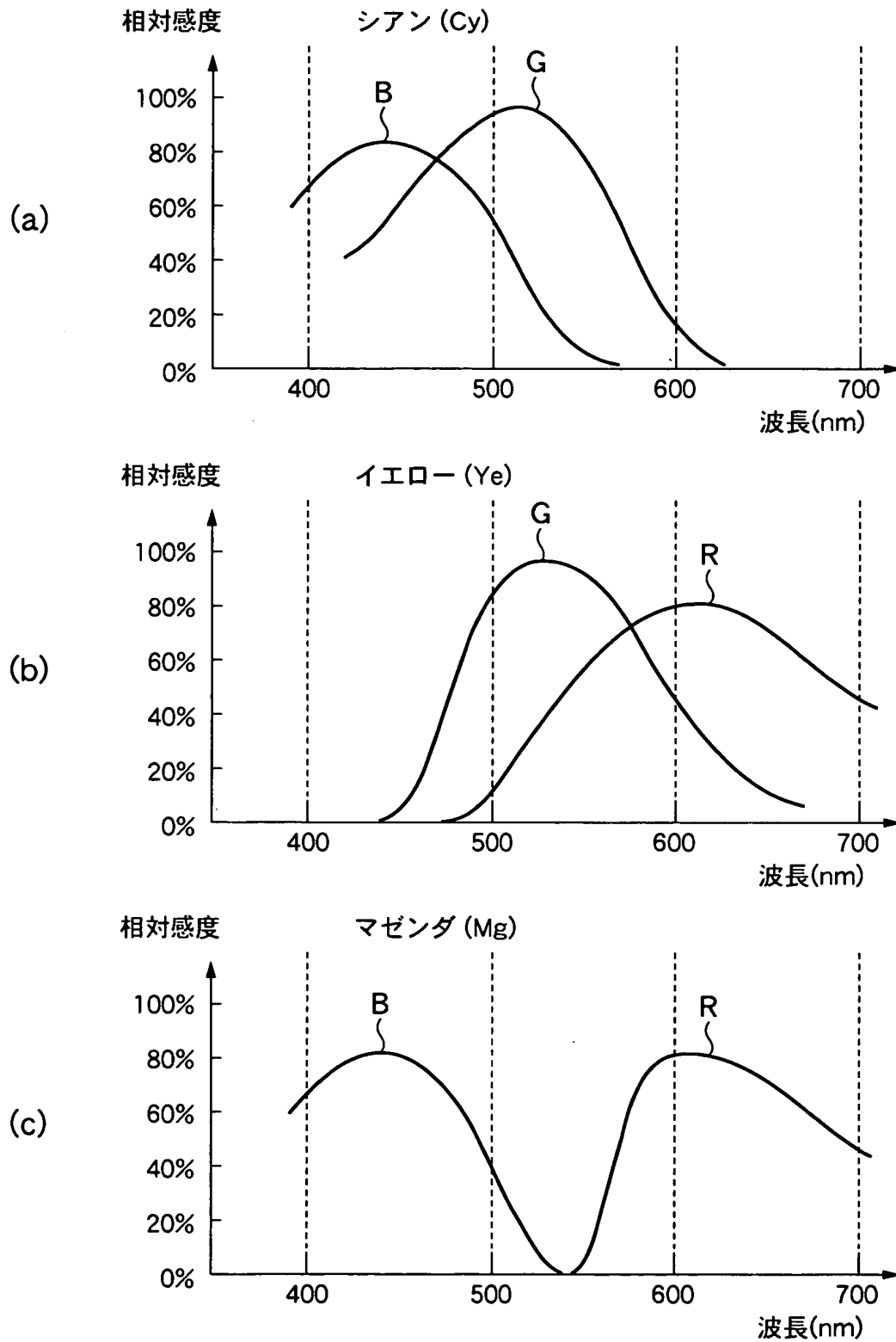
【図 7】



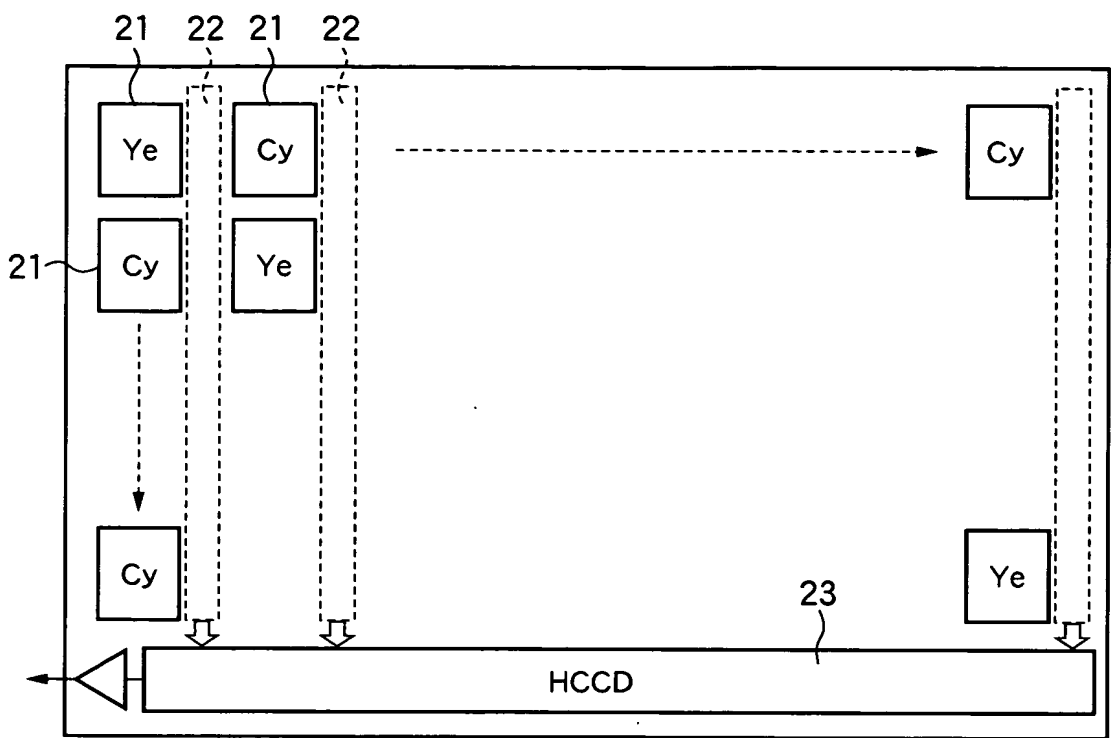
【図 8】



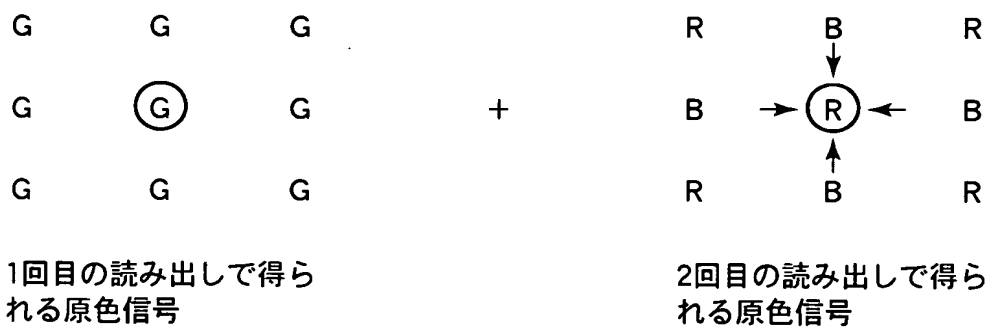
【図 9】



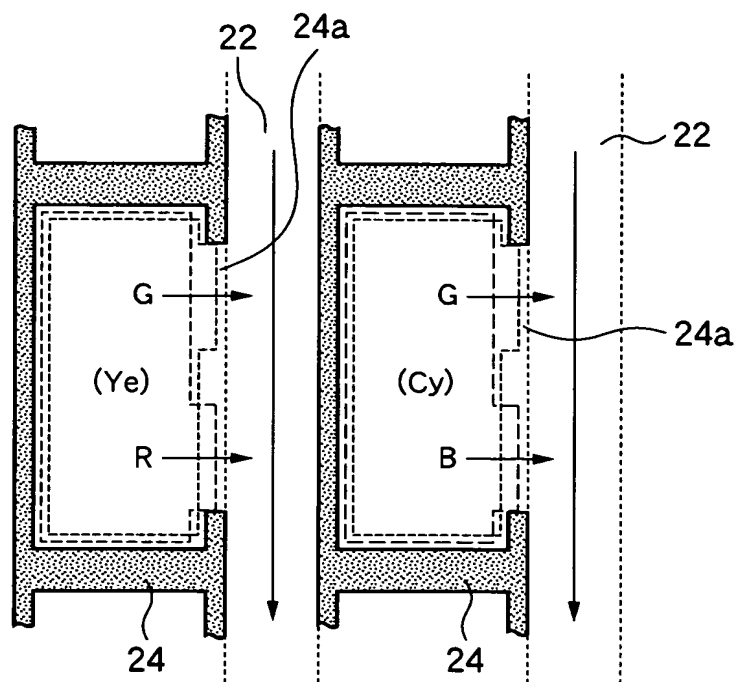
【図 10】



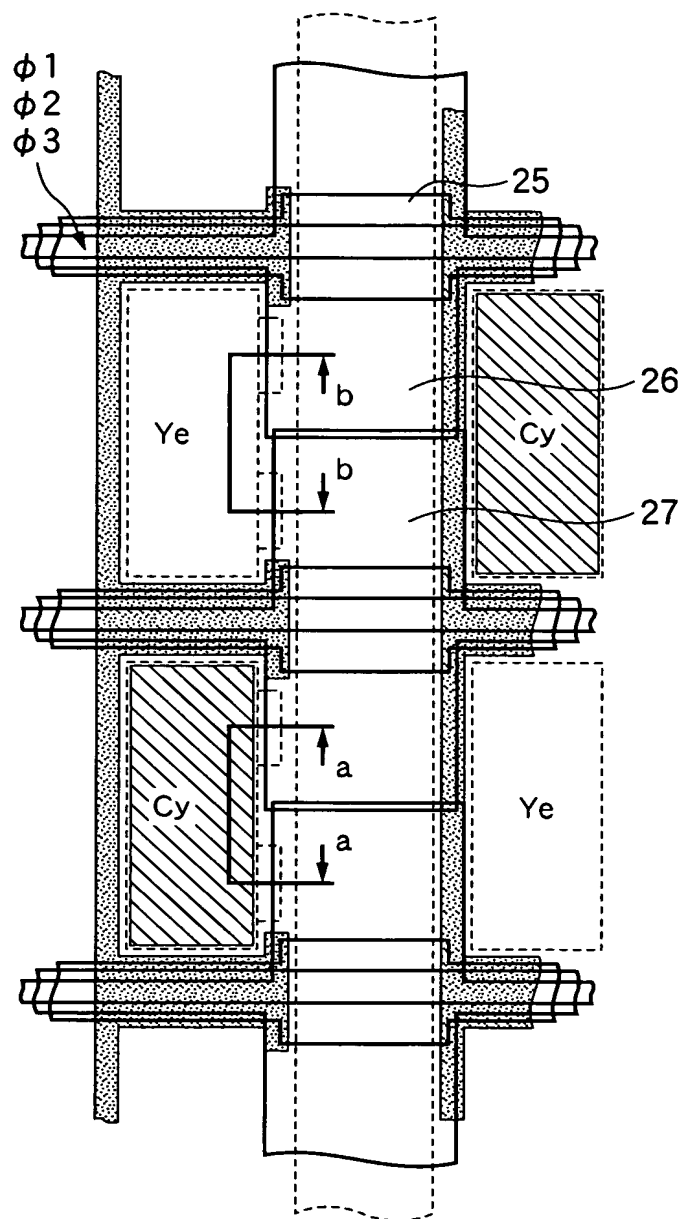
【図 11】



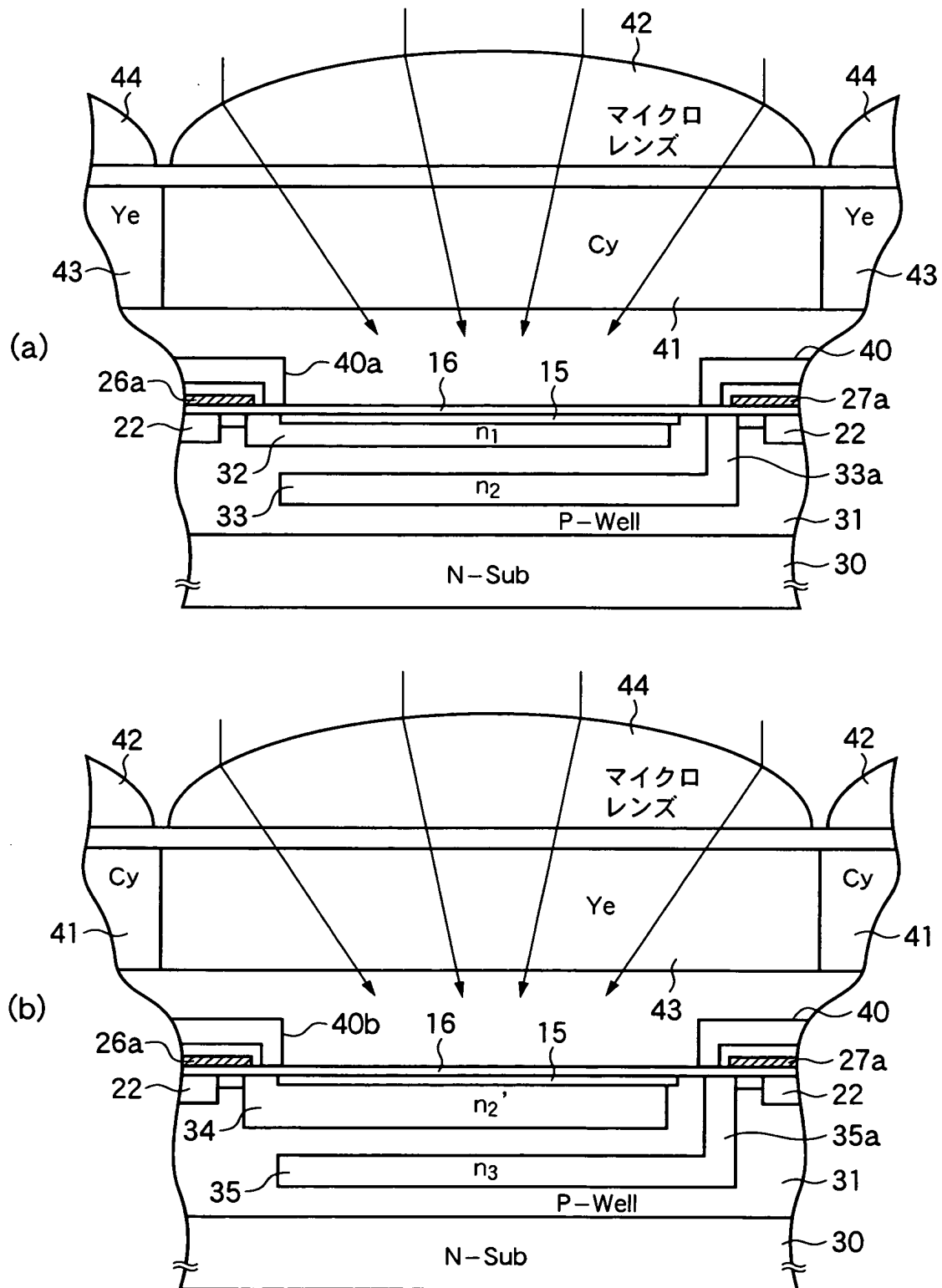
【図 12】



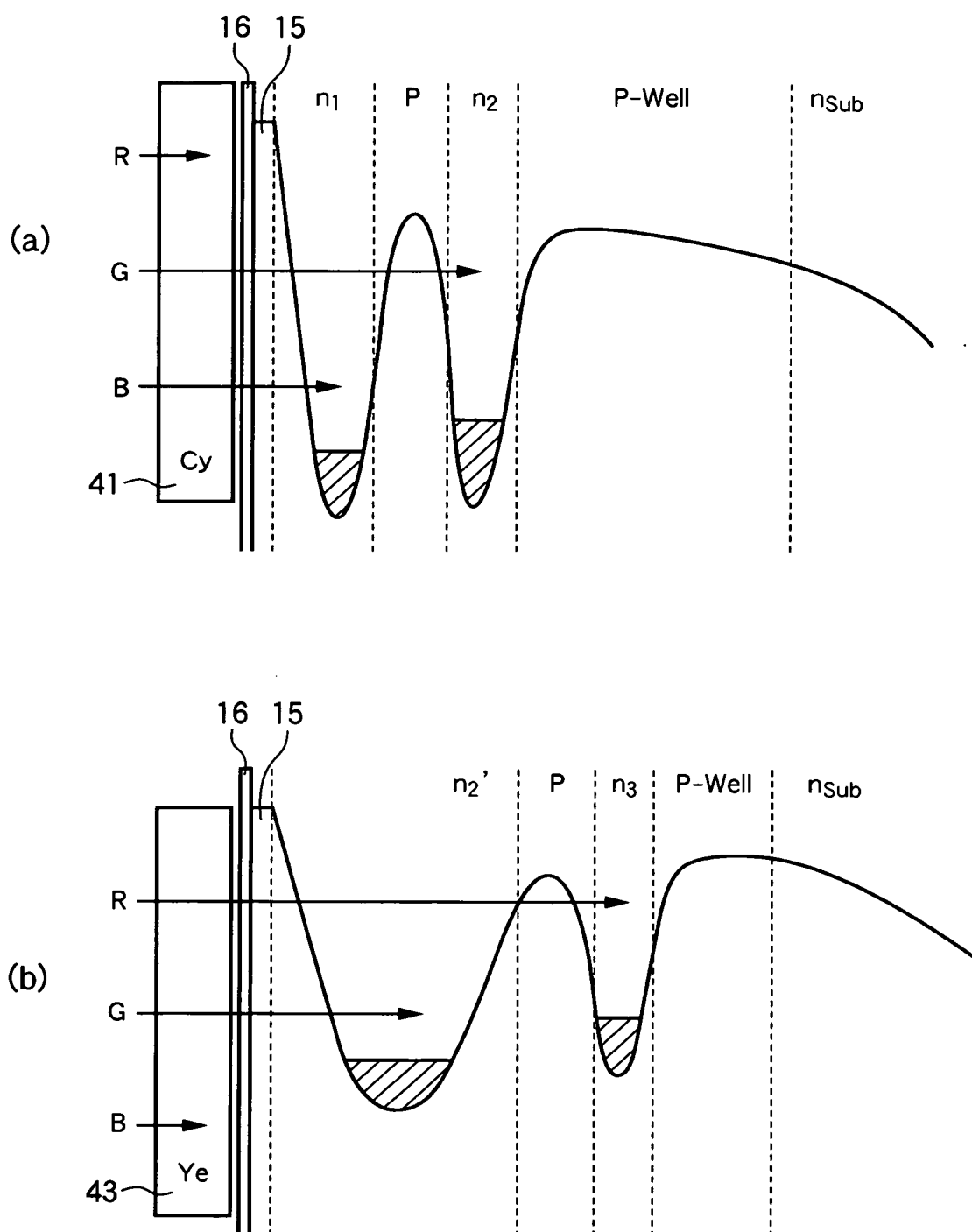
【図 13】



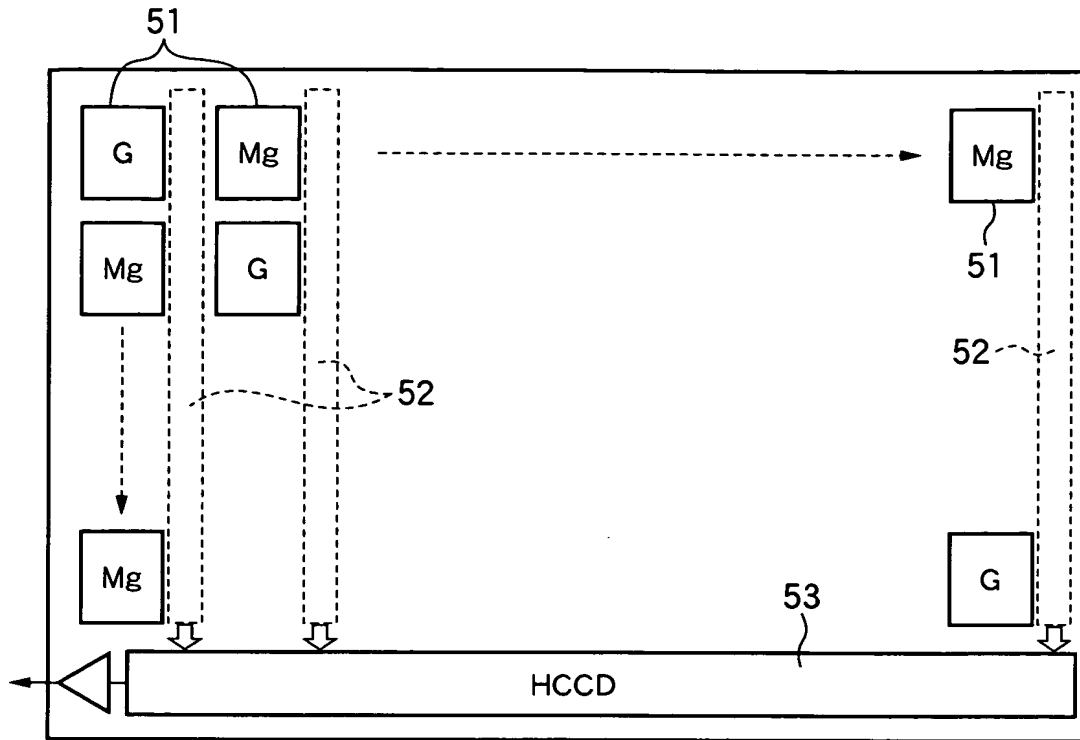
【図14】



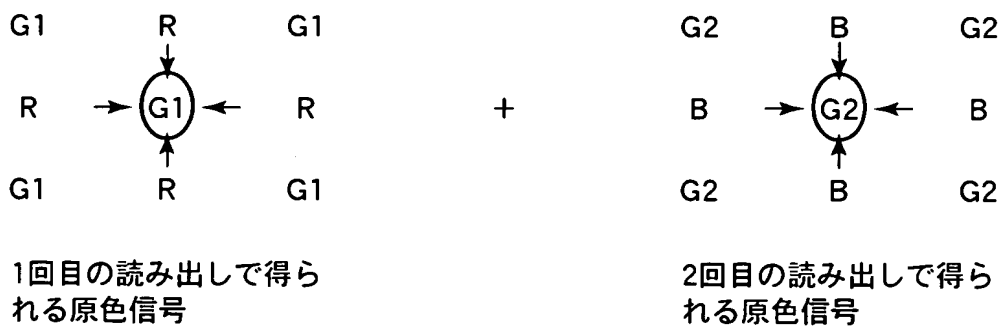
【図 15】



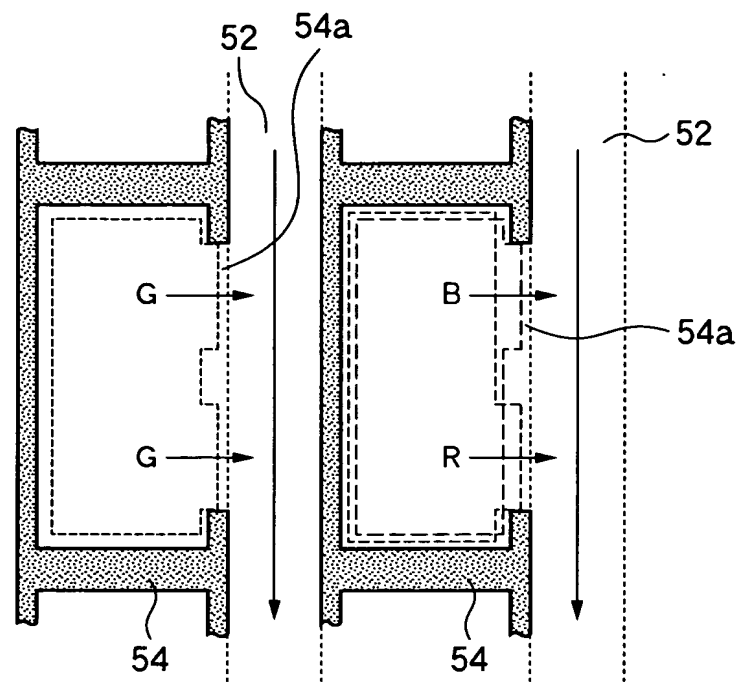
【図 16】



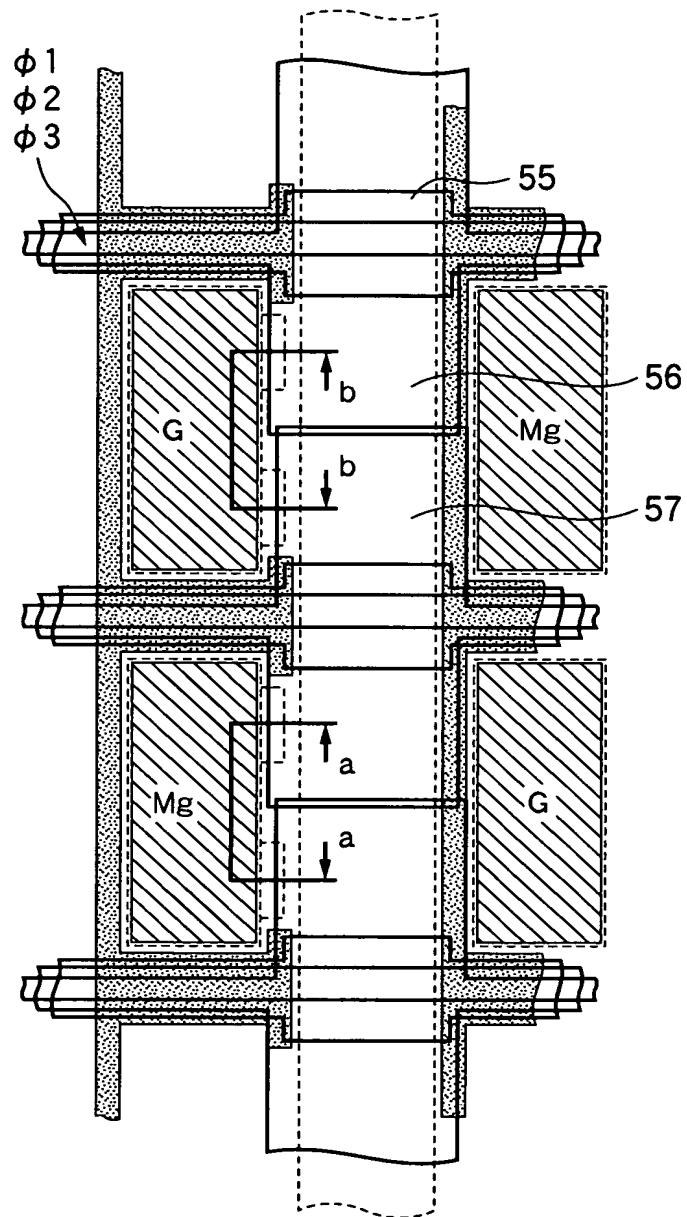
【図 17】



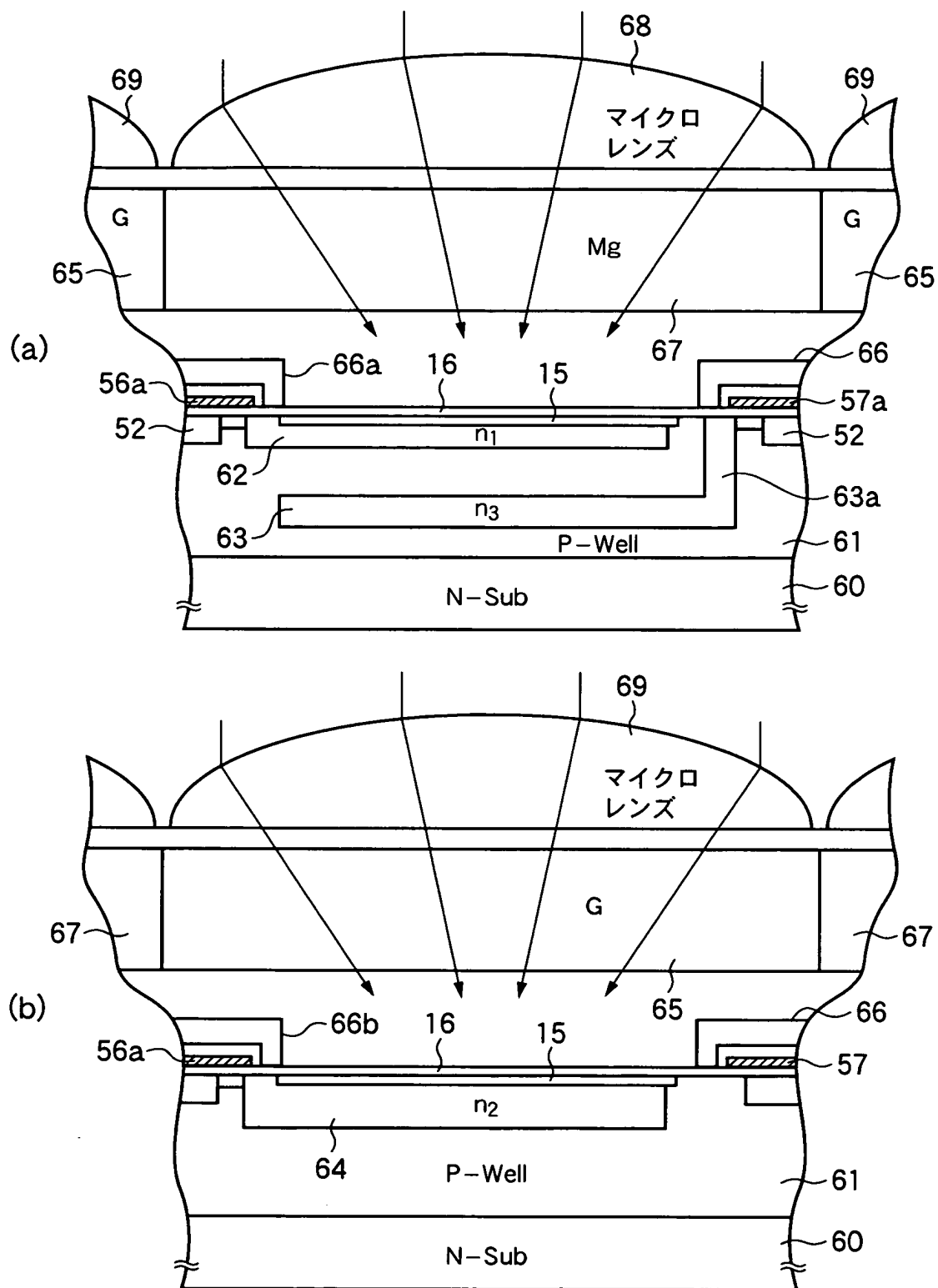
【図 18】



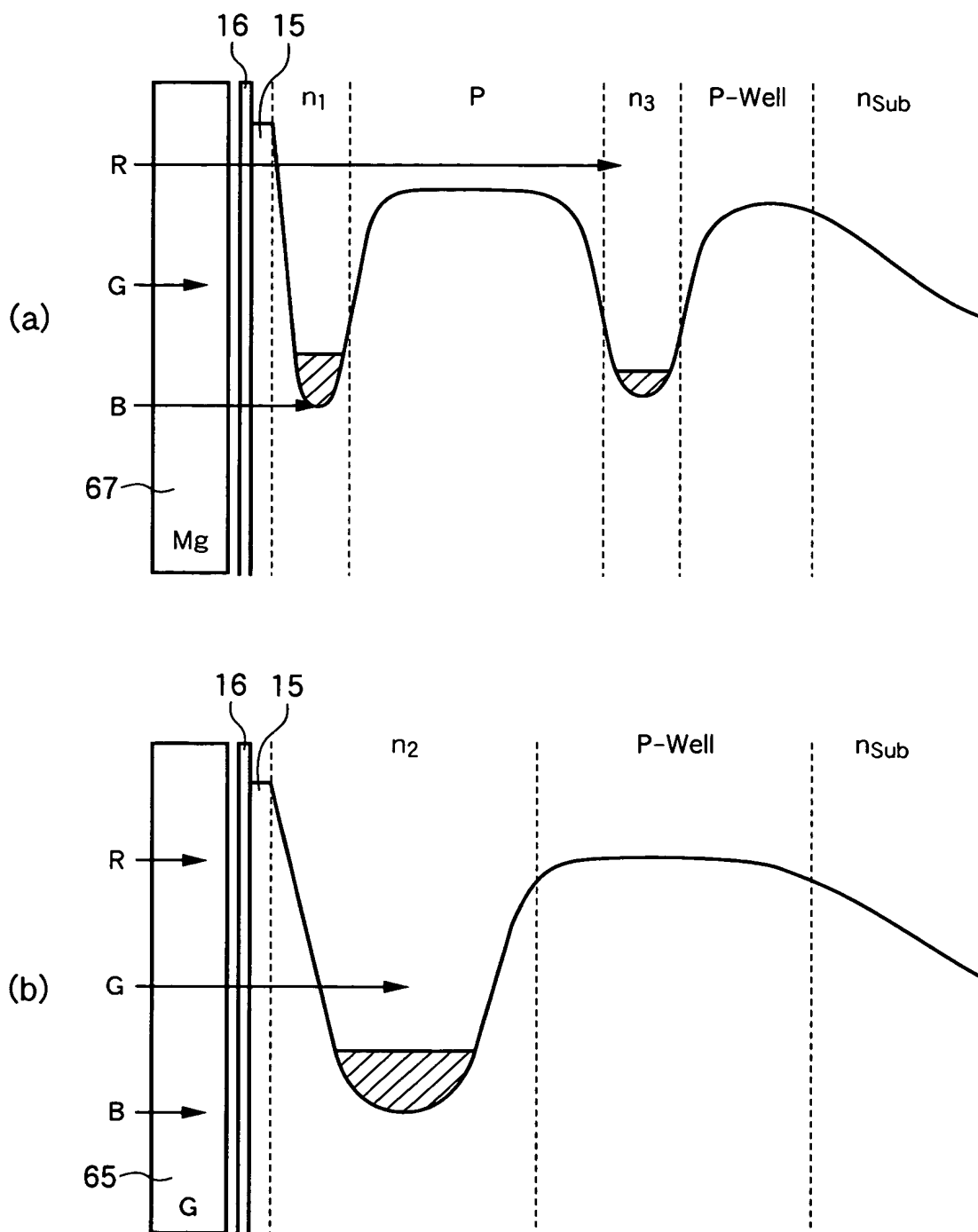
【図 19】



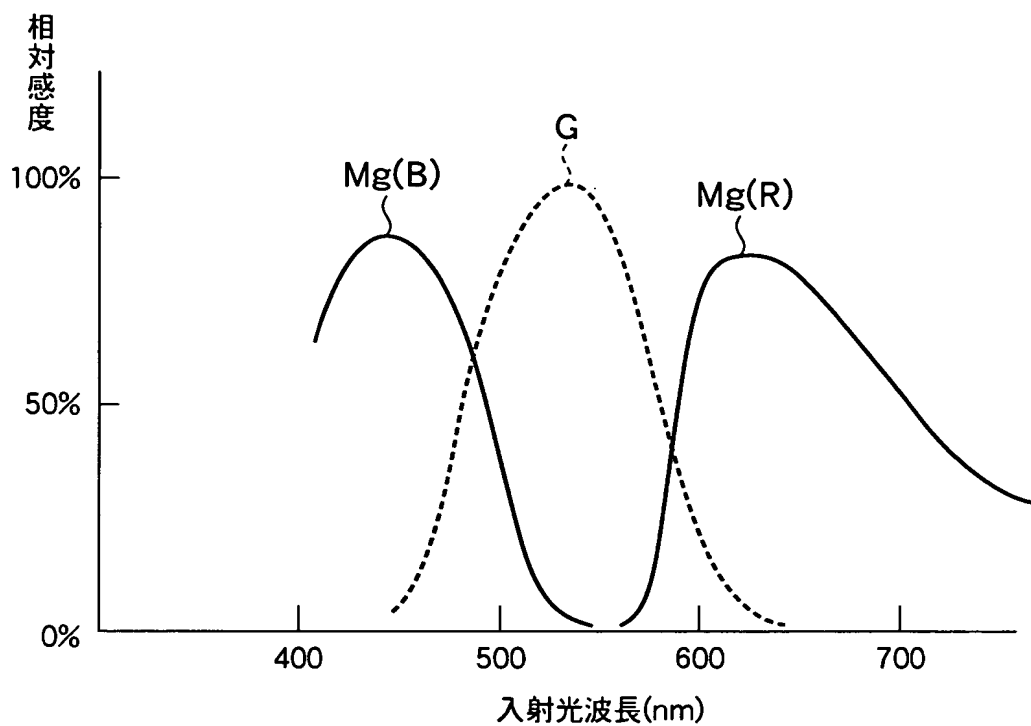
【図 20】



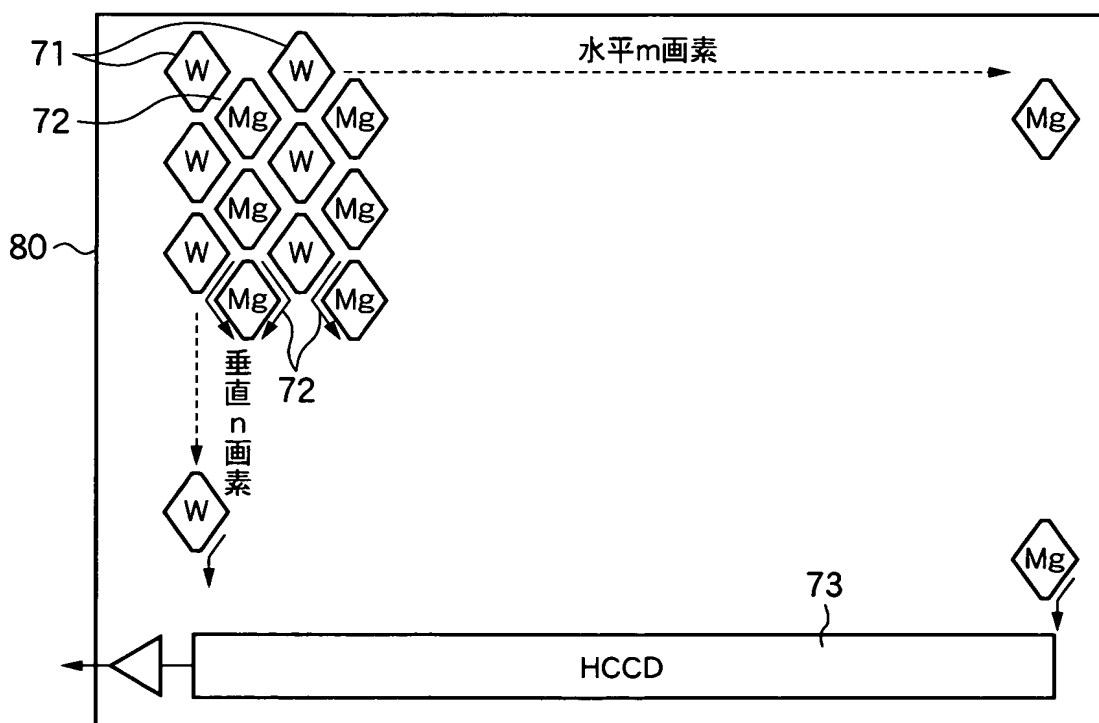
【図 21】



【図 2 2】



【図 23】



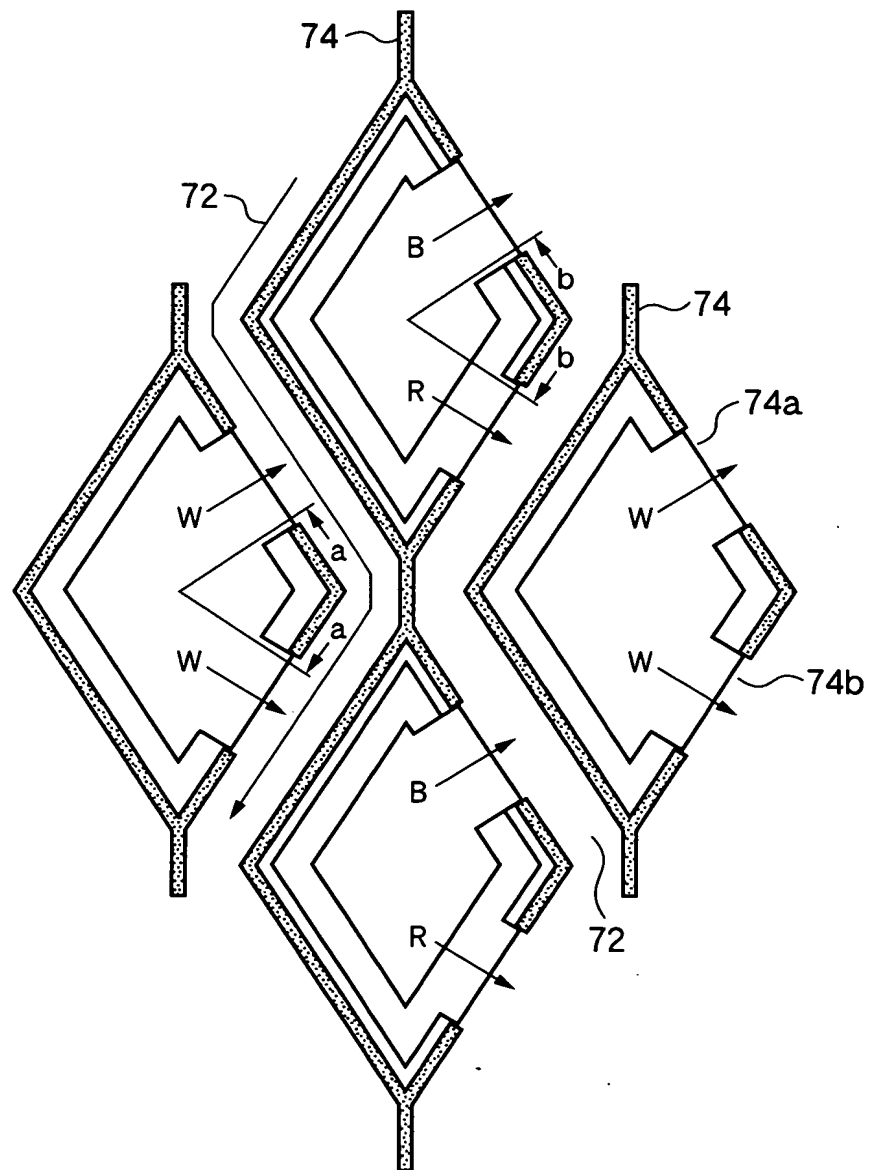
【図 2 4】



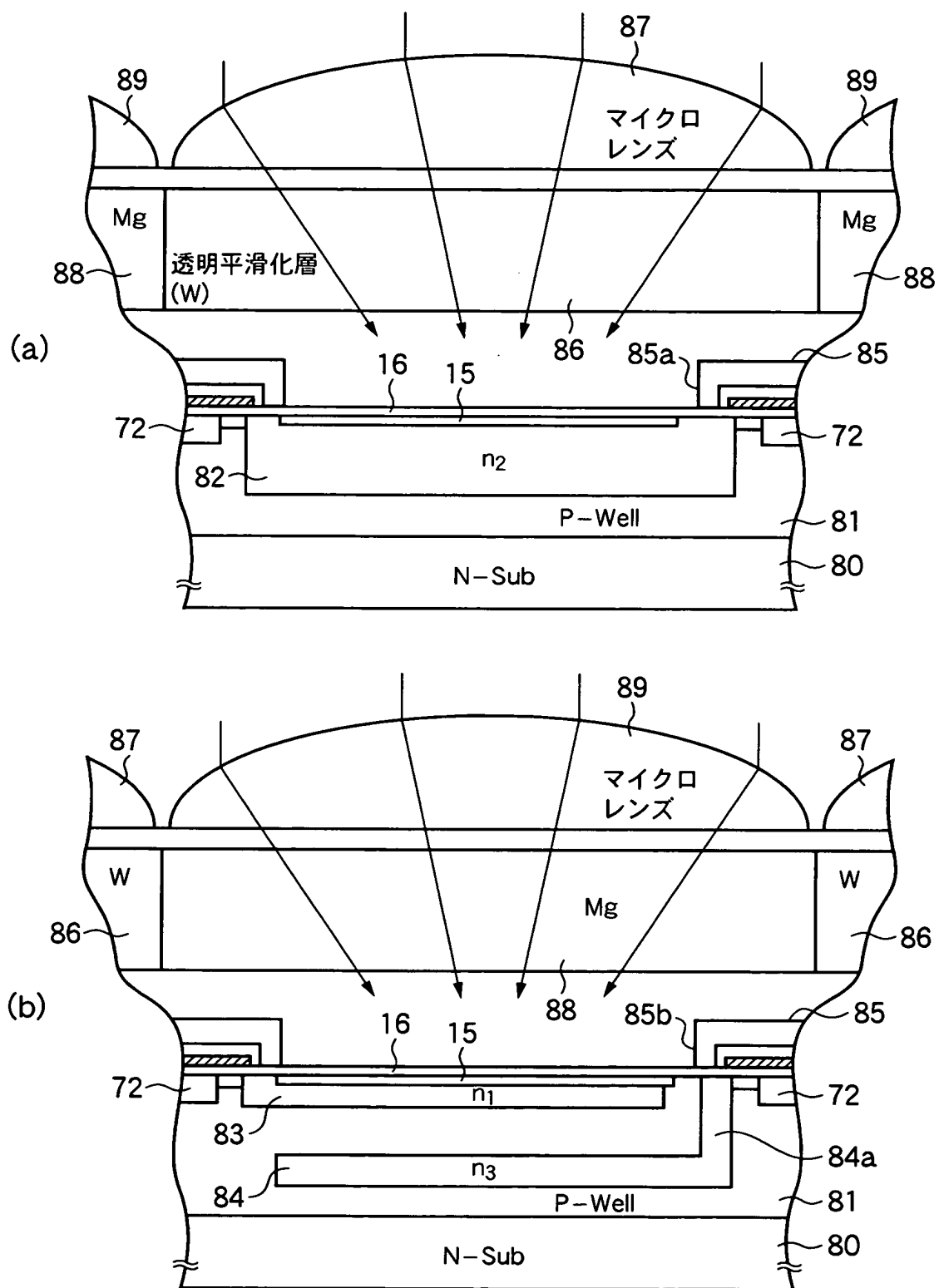
1回目の読み出しで得られる原色信号

2回目の読み出しで得られる原色信号

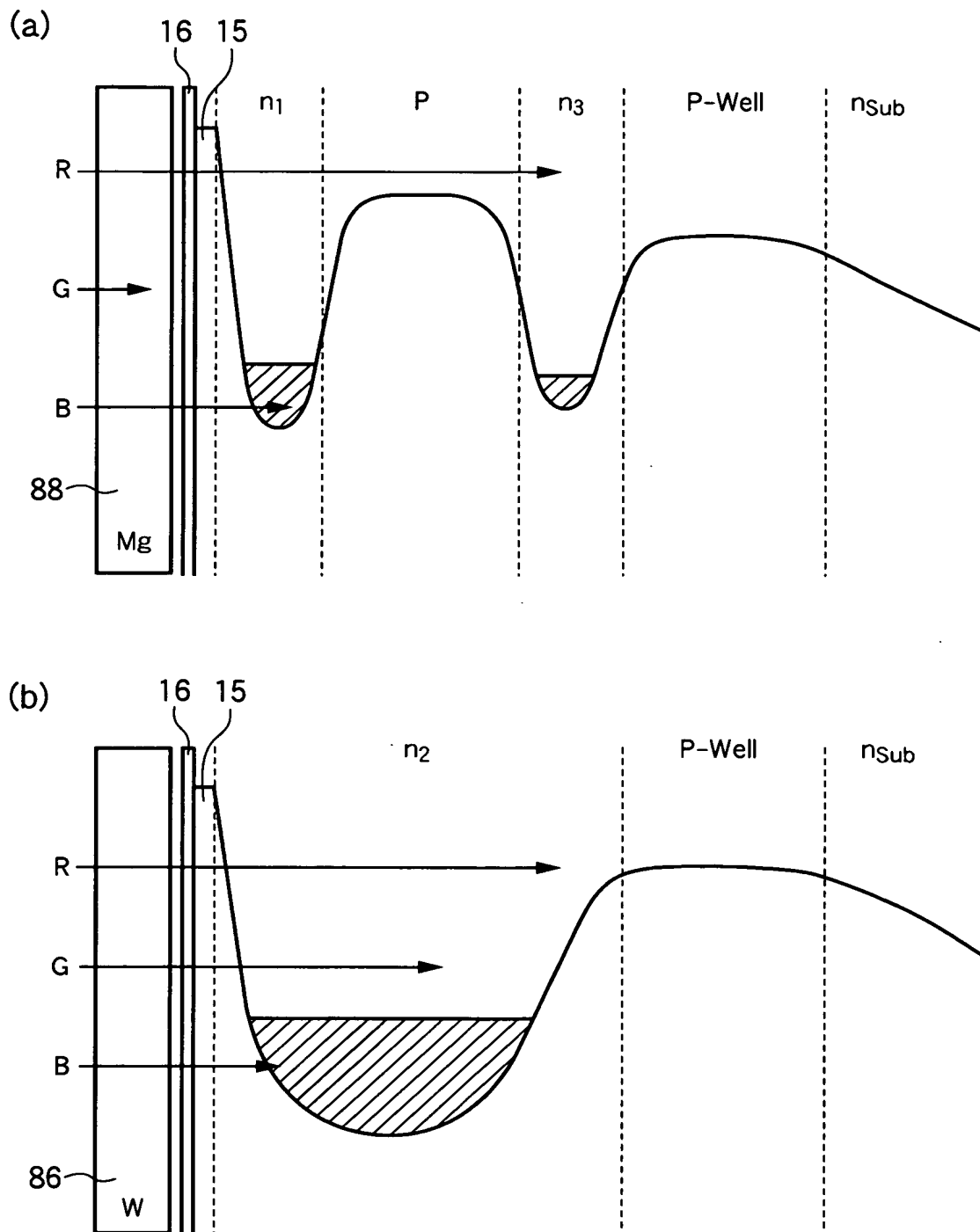
【図 25】



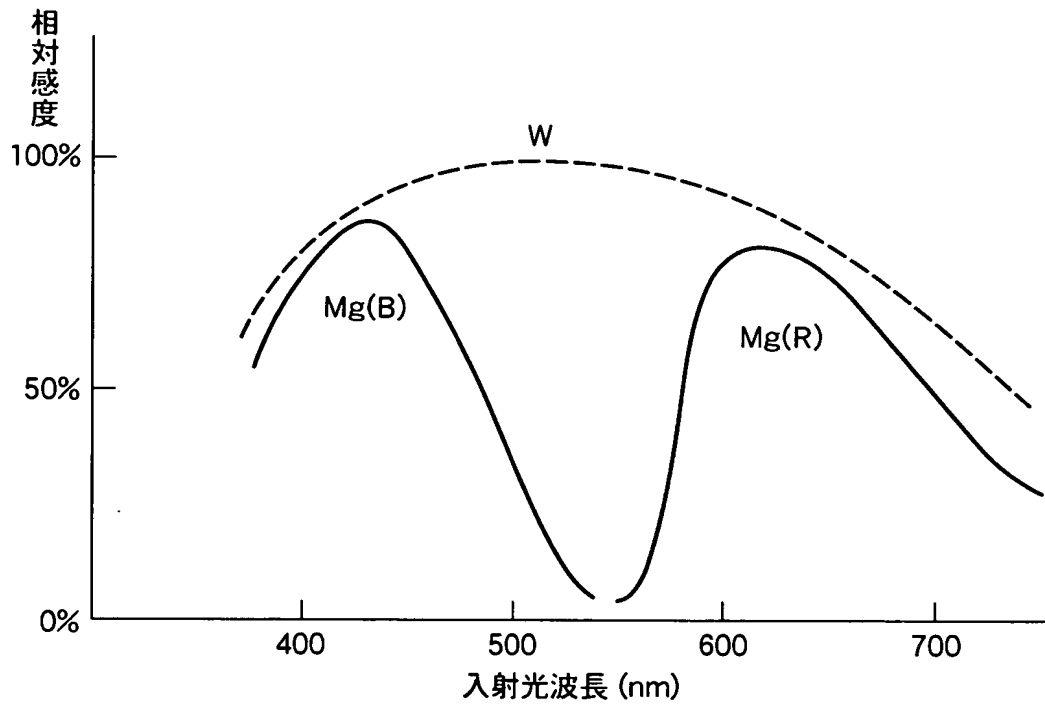
【図 26】



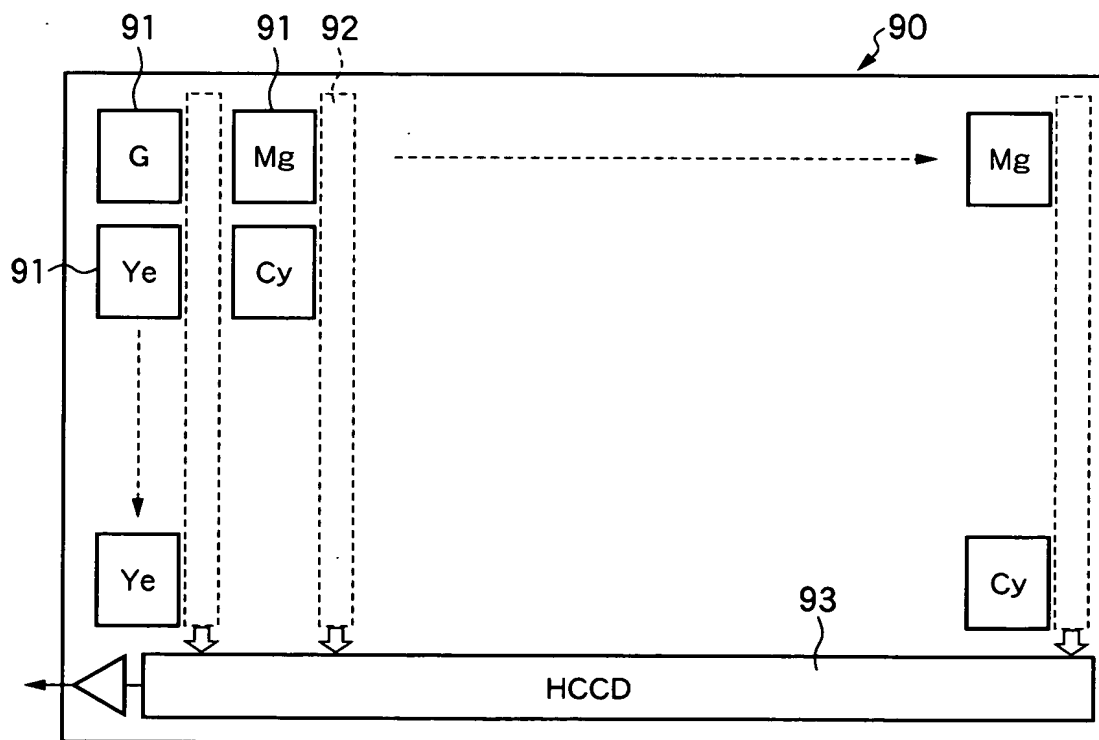
【図 27】



【図 28】



【図 29】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 C C D 型カラー固体撮像装置で高感度化と高画質化の両立を図る。

【解決手段】 半導体基板表面に二次元アレー状に配列された複数の受光部から夫々入射光量に応じた蓄積電荷を電荷蓄積層から垂直転送路に読み出し転送して出力する C C D 型カラー固体撮像装置において、3 原色のうちの 1 色の入射光を阻止する補色フィルタ 4 1 (4 3) を受光部に積層すると共に、該受光部の深さ方向に分離した少なくとも 2 つの第 1, 第 2 の前記電荷蓄積層 3 2, 3 3 (3 4, 3 5) を設け、前記 3 原色のうちの残りの 2 色のうちの 1 色の入射光量に応じた電荷を前記第 1 の電荷蓄積層 3 2 (3 4) に蓄積させて垂直転送路 2 2 に読み出し、前記 2 色のうちの残り 1 色の入射光量に応じた電荷を第 2 の電荷蓄積層 3 3 (3 5) に蓄積させて垂直転送路 2 2 に第 1 の電荷蓄積層 3 2 (3 4) からの蓄積電荷の読み出しと区別して読み出す構成とする。

【選択図】 図 1 3

特願 2 0 0 3 - 0 6 5 6 1 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 9 1 0 5 1 5 8 8]

1. 変更年月日 1 9 9 1 年 7 月 3 1 日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県黒川郡大和町松坂平 1 丁目 6 番地

氏 名 富士フイルムマイクロデバイス株式会社

特願 2 0 0 3 - 0 6 5 6 1 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地

氏 名

富士写真フイルム株式会社